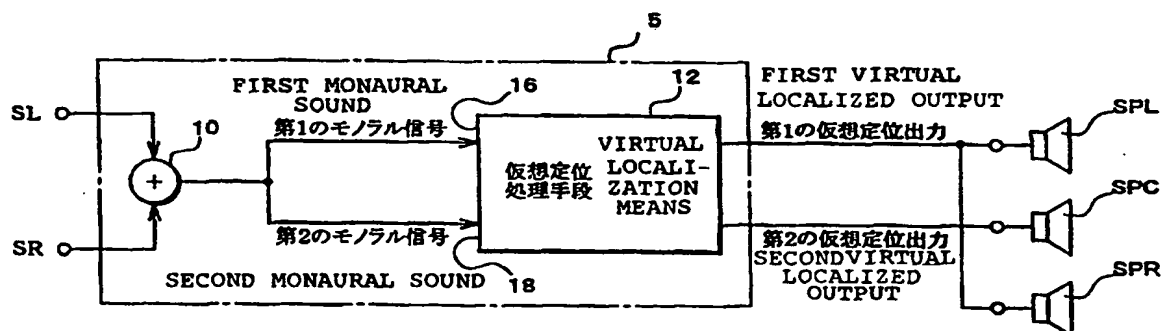




<b>(51) 国際特許分類7</b> <b>H04S 5/00, 5/02</b>	<b>A1</b>	<b>(11) 国際公開番号</b> <b>WO00/24226</b>  <b>(43) 国際公開日</b> 2000年4月27日(27.04.00)
<b>(21) 国際出願番号</b> PCT/JP99/05694 <b>(22) 国際出願日</b> 1999年10月15日(15.10.99) <b>(30) 優先権データ</b> 特願平10/296708 1998年10月19日(19.10.98) JP <b>(71) 出願人</b> (米国を除くすべての指定国について) オンキヨー株式会社(ONKYO CORPORATION)[JP/JP] 〒572-8540 大阪府寝屋川市日新町2番1号 Osaka, (JP) <b>(72) 発明者 ; および</b> <b>(75) 発明者 / 出願人</b> (米国についてのみ) 竹村和斉(TAKEMURA, Kazumasa)[JP/JP] 笠井譲治(KASAI, Joji)[JP/JP] 中武哲郎(NAKATAKE, Tetsuro)[JP/JP] 久本禎俊(HISAMOTO, Sadatoshi)[JP/JP] 〒572-8540 大阪府寝屋川市日新町2番1号 オンキヨー株式会社内 Osaka, (JP) <b>(74) 代理人</b> 古谷栄男, 外(HURUTANI, Hideo et al.) 〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1丁目23番20号 TEK第2ビル Osaka, (JP)		<b>(81) 指定国</b> CN, JP, US <b>添付公開書類</b> 国際調査報告書

**(54) Title: SURROUND-SOUND SYSTEM**

**(54) 発明の名称** サラウンド処理システム



**(57) Abstract**

A surround-sound processing system provides listeners on both right and left sides with natural surround sounds by using virtual sound sources. A left-channel surround-sound signal (SL) and a right-channel surround-sound signal (SR) are mixed into monaural signals in adder means (10). The first and second monaural signals are supplied to a virtual localization means (12). The first localized output from the virtual localization means (12) is supplied to a front left speaker (SPL) and a front right speaker (SPR), and the second localized output is supplied to a front center speaker (SPC). As a result, a virtual sound source can be provided on the right and left sides of a listener (2), and a virtual sound source can also be provided on the right and left sides of a listener (3). Laterally inverted sounds reach the listener (2) and listener (3) from the right and left virtual surround-sound sources. Since the surround-sound signals are monaural and subjected to virtual localization, however, a natural surround-sound effect can be achieved substantially without adverse effects of the lateral inversion.

Best Available Copy

左右に並んだ受聴者の双方に対して、仮想音源により違和感のないサラウンド効果を実現する。サラウンド左チャンネル信号SL、サラウンド右チャンネル信号SRは、加算手段10において混合されモノラル信号とされる。仮想定位処理手段12には、この第1のモノラル信号と第2のモノラル信号が与えられる。仮想定位処理手段12の第1の仮想定位出力は、前方左スピーカSPLおよび前方右スピーカSPRに与えられ、第2の仮想定位出力は、前方中央スピーカSPCに与えられる。これにより、受聴者2に対して、その左右に、仮想音源を生成することができる。受聴者3に対しても、その左右に、仮想音源を生成することができる。受聴者2と受聴者3では、仮想サラウンド音源からの音が、左右反転することとなる。しかし、サラウンド信号をモノラルにて、仮想定位処理を施しているため、実質的な左右反転の影響はなく、違和感のないサラウンド効果を得ることができる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AL アルバニア	EE エストニア	LC セントルシア	SD スーダン
AM アルメニア	ES スペイン	LI リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AT オーストリア	FI フィンランド	LK スリ・ランカ	SG シンガポール
AU オーストラリア	FR フランス	LR リベリア	SI スロヴェニア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LS レソト	SK スロヴァキア
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LT リトアニア	SL シエラ・レオネ
BB バルバドス	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BE ベルギー	GE グルジア	LV ラトヴィア	SZ スワジランド
BF ブルキナ・ファソ	GH ガーナ	MA モロッコ	TD チャード
BG ブルガリア	GM ガンビア	MC モナコ	TG トーゴ
BJ ベナン	GN ギニア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BR ブラジル	GW ギニア・ビサウ	MG マダガスカル	TZ タンザニア
BY ベラルーシ	GR ギリシャ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TM トルクメニスタン
CA カナダ	HR クロアチア	ML マリ	TR トルコ
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	MN モンゴル	TT トリニダード・トバゴ
CG コンゴ	ID インドネシア	MR モーリタニア	UA ウクライナ
CH スイス	IE アイルランド	MW マラウイ	UG ウガンダ
CI コートジボアール	IL イスラエル	MX メキシコ	US 米国
CM カメルーン	IN インド	NE ニジェール	UZ ウズベキスタン
CN 中国	IS アイスランド	NL オランダ	VN グィエトナム
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NO ノールウェー	YU ユーゴスラビア
CU キューバ	JP 日本	NZ ニュージーランド	ZA 南アフリカ共和国
CY キプロス	KE ケニア	PL ポーランド	ZW ジンバブエ
CZ チェッコ	KG キルギスタン	PT ポルトガル	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	RO ルーマニア	
DK デンマーク	KR 韓国		

## 明細書

### サラウンド処理システム

#### 関連出願の参照

日本国特許出願平成10年第296708号（平成10年10月19日出願）の明細書、請求の範囲、図面および要約を含む全開示内容は、これら全開示内容を参照することによって本出願に合体される。

#### 技術分野

この発明は音像定位処理に関し、特に複数の受聴者に対する仮想音源の定位処理に関するものである。

#### 背景技術

マルチチャンネル音声の再生には、前方左スピーカ、前方右スピーカに加えて、前方中央スピーカ、サラウンド左スピーカ、サラウンド右スピーカが用いられる。サラウンド左スピーカ、サラウンド右スピーカは、受聴者の横方向もしくは後方に設置され、受聴者を包み込むような音場を生成する。しかしながら、サラウンド左スピーカ、サラウンド右スピーカの設置には物理的なスペース等の問題があるため、これを仮想音源として生成する装置が提案されている。この装置では、前方左チャンネル信号、前方中央チャンネル信号、前方右チャンネル信号は、それぞれ、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカに与えられる。サラウンド左チャンネル信号SL、サラウンド右チャンネル信号SRは、図31に示すように、フィルタ6a、6b、6c、6dによって処理された後、前方左スピーカ4L、前方右スピーカ4Rに与えられる。フィルタ6a、6b、6c、6dの伝達関数H11、H12、H21、H22を下記のように設定すれば、あたかも受聴者2

の後ろにスピーカ X L、X R があるかのごとく受聴者 2 の聴覚に訴えることができる。

$$H11 = (h_{RR}h_{L'L} - h_{RL}h_{L'R}) / (h_{LL}h_{RR} - h_{LR}h_{RL})$$

$$H12 = (h_{LL}h_{L'R} - h_{LR}h_{L'L}) / (h_{LL}h_{RR} - h_{LR}h_{RL})$$

$$H21 = (h_{RR}h_{R'L} - h_{RL}h_{R'R}) / (h_{LL}h_{RR} - h_{LR}h_{RL})$$

$$H22 = (h_{LL}h_{R'R} - h_{LR}h_{R'L}) / (h_{LL}h_{RR} - h_{LR}h_{RL})$$

なお、ここで、 $h_{RL}$  はスピーカ 4 R から受聴者 2 の左耳 2 L までの伝達関数、 $h_{RR}$  はスピーカ 4 R から受聴者 2 の右耳 2 R までの伝達関数、 $h_{LL}$  はスピーカ 4 L から受聴者 2 の左耳 2 L までの伝達関数、 $h_{LR}$  はスピーカ 4 L から受聴者 2 の右耳 2 R までの伝達関数である。

この方式を用いれば、物理的なサラウンドスピーカがなくとも、サラウンド音源を得ることができる。

また、図 3 2 に示すように、サラウンド左チャンネル信号 S L およびサラウンド右チャンネル信号 S R を仮想定位処理せず、単に逆相にするなどの移相処理を施して、前方左スピーカ 4 L および前方右スピーカ 4 R から再生する簡易な方法も提案されている。

しかしながら、図 3 1 のような装置においては、仮想的なサラウンド音源が適切に得られる受聴者 2 の位置は、中心線（受聴者 2 と前方中央スピーカを結ぶ線）8 に沿った前後わずかな範囲内である。このため、受聴者が 2 人いる場合には、2 人の受聴者に対して同時に適切なサラウンド効果を与えることは実質的に不可能であった。

また、上記簡易な方法によれば、中心線 8 からはずれた位置では、左スピーカ 4 L および右スピーカ 4 R が受聴者 2 に対して左右非対称となるので、サラウンド信号が偏った方向に定位してしまう場合がある。

この発明は上記のような問題点を解決して、左右方向に受聴者が並んでも仮想的なサラウンド音源が得られるサラウンド処理システムを提供することを目的と

する。また、左右方向に受聴者が並んでも、いずれの受聴者にとってもサラウンド信号が偏って定位することのない簡易なサラウンド処理システムを提供することを目的とする。

## 発明の開示

この発明は上記のような問題点を解決して、左右方向に受聴者が並んでも仮想的なサラウンド音源が得られるサラウンド処理システムを提供することを目的とする。

この発明によるサラウンド処理方法は、

第1の受聴者および第2の受聴者に対し、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカによって、仮想的にサラウンド右音源、サラウンド左音源を生成するサラウンド処理方法において、

第1の受聴者の左前方に前方左スピーカを配し、右前方に前方中央スピーカを配し、

第2の受聴者の左前方に前方中央スピーカを配し、右前方に前方右スピーカを配するとともに、

第1の受聴者と第2の受聴者の中間点と前方中央スピーカとを結ぶ中央線に関して、前方左スピーカと前記右スピーカ、第1の受聴者と第2の受聴者が対称な位置関係となるように配置を行い、

サラウンド右音源およびサラウンド左音源から、モノラルの音響が出力されるように、与えられたサラウンド信号に対して仮想定位処理を施して仮想音源生成のための信号を生成して、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカに与えるとともに、

前方左スピーカと前方右スピーカに仮想音源生成のための信号として同じ信号を与えることにより、第1の受聴者および第2の受聴者の双方に対して、仮想的にサラウンド左音源、サラウンド右音源を生成すること、

を特徴とする。

この発明によるサラウンド処理システムは、

前方左チャンネル信号、前方中央チャンネル信号、前方右チャンネル信号、サラウンド左チャンネル信号、サラウンド右チャンネル信号を受けて、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカにより仮想的にサラウンド左音源、サラウンド右音源を生成するサラウンド処理システムにおいて、

前方左チャンネル信号、前方中央チャンネル信号、前方右チャンネル信号を、それぞれ、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカに与えるとともに、

サラウンド左チャンネル信号およびサラウンド右チャンネル信号を混合した後、第1のモノラル信号、第2のモノラル信号として仮想定位処理手段に与え、

仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を前方左スピーカおよび前方右スピーカに与え、

仮想定位処理手段の第2の仮想定位出力を前方中央スピーカに与えるようにしたこと、

を特徴とする。

この発明によるサラウンド処理システムは、

サラウンド左チャンネル信号、サラウンド右チャンネル信号を受けて、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカにより仮想的にサラウンド左音源、サラウンド右音源を生成するサラウンド処理システムにおいて、

サラウンド左チャンネル信号およびサラウンド右チャンネル信号を混合した後、第1のモノラル信号、第2のモノラル信号として仮想定位処理手段に与え、

仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を前方左スピーカおよび前方右スピーカに与え、

仮想定位処理手段の第2の仮想定位出力を前方中央スピーカに与えるようにしたこと、

を特徴とする。

この発明によるサラウンド処理システムは、

サラウンドチャンネル信号を受けて、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカにより仮想的にサラウンド左音源、サラウンド右音源を生成するサラウンド処理システムにおいて、

サラウンドチャンネル信号を、第1のモノラル信号、第2のモノラル信号として仮想定位処理手段に与え、

仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を前方左スピーカおよび前方右スピーカに与え、

仮想定位処理手段の第2の仮想定位出力を前方中央スピーカに与えるようにしたこと、

を特徴とする。

この発明によるサラウンド処理装置は、

前方左チャンネル信号、前方中央チャンネル信号、前方右チャンネル信号、サラウンド左チャンネル信号、サラウンド右チャンネル信号を受けて、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカにより仮想的にサラウンド左音源、サラウンド右音源を生成するためのサラウンド処理装置において、

サラウンド左チャンネル信号およびサラウンド右チャンネル信号を混合した後、第1のモノラル信号、第2のモノラル信号として仮想定位処理手段に与え、

前方左スピーカ用信号として、少なくとも、前方左チャンネル信号および仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、

前方右スピーカ用信号として、少なくとも、前方右チャンネル信号および仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、

前方中央スピーカ用信号として、少なくとも前方中央チャンネル信号および仮想定位処理手段の第2の仮想定位出力を含む信号を出力するようにしたこと、

を特徴とする。

この発明によるサラウンド処理装置は、

サラウンド左チャンネル信号、サラウンド右チャンネル信号を受けて、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカにより仮想的にサラウンド左音源、サラウンド右音源を生成するためのサラウンド処理装置において、

サラウンド左チャンネル信号およびサラウンド右チャンネル信号を混合した後、第1のモノラル信号、第2のモノラル信号として仮想定位処理手段に与え、

前方左スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、

前方右スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、

前方中央スピーカ用信号として、少なくとも仮想定位処理手段の第2の仮想定位出力を含む信号を出力するようにしたこと、

を特徴とする。

この発明によるサラウンド処理装置は、

少なくとも前方左チャンネル信号、前方右チャンネル信号、サラウンドチャンネル信号を受けて、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカにより仮想的にサラウンド左音源、サラウンド右音源を生成するためのサラウンド処理装置において、

前方左チャンネル信号および前方右チャンネル信号を減算処理した信号ならびにサラウンドチャンネル信号を加算した信号を、第1のモノラル信号、第2のモノラル信号として仮想定位処理手段に与え、

前方左スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の遅延時間にほぼ等しい遅延を前方左チャンネル信号に与えて得られる信号および仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、

前方右スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の遅延時間にほぼ等しい遅延を前方右チャンネル信号に与えて得られる信号および仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、



前方中央スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の遅延時間にほぼ等しい遅延を前方左チャンネル信号と前方右チャンネル信号とを加算した信号に与えて得られる信号および仮想定位処理手段の第2の仮想定位出力を含む信号を出力するようにしたこと、

を特徴とする。

この発明によるサラウンド処理装置は、

サラウンドチャンネル信号を受けて、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカにより仮想的にサラウンド左音源、サラウンド右音源を生成するためのサラウンド処理装置において、

サラウンドチャンネル信号を、第1のモノラル信号、第2のモノラル信号として仮想定位処理手段に与え、

前方左スピーカ用信号として、少なくとも、前方左チャンネル信号および仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、

前方右スピーカ用信号として、少なくとも、前方右チャンネル信号および仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、

前方中央スピーカ用信号として、少なくとも仮想定位処理手段の第2の仮想定位出力を含む信号を出力するようにしたこと、

を特徴とする。

この発明によるサラウンド処理装置は、

少なくとも前方左チャンネル信号、前方右チャンネル信号、サラウンド左チャンネル信号、サラウンド右チャンネル信号を受けて、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカにより仮想的にサラウンド左音源、サラウンド右音源を生成するためのサラウンド処理装置において、

前方左チャンネル信号および前方右チャンネル信号を減算処理した信号ならびにサラウンド左チャンネル信号およびサラウンド右チャンネル信号を混合した信号を加算した信号を、第1のモノラル信号、第2のモノラル信号として仮想定位処理手段

に与え、

前方左スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の遅延時間にほぼ等しい遅延を前方左チャンネル信号に与えて得られる信号および仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、

前方右スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の遅延時間にほぼ等しい遅延を前方右チャンネル信号に与えて得られる信号および仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、

前方中央スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の遅延時間にほぼ等しい遅延を前方左チャンネル信号と前方右チャンネル信号とを加算した信号に与えて得られる信号および仮想定位処理手段の第2の仮想定位出力を含む信号を出力するようにしたこと、

を特徴とする。

本発明の特徴は、上記のように広く示すことができるが、その構成や内容は、目的および特徴とともに、図面を考慮に入れた上で、以下の開示によりさらに明らかになるであろう。

## 図面の簡単な説明

図1は、この発明の一実施形態によるサラウンド処理システムの概略を示す図である。

図2は、受聴者2、3とスピーカの配置関係を示す図である。

図3 Aないし Cは、サラウンド信号が、1つの入力としてモノラルにて与えられる場合の処理を示す図である。

図4は、サラウンド処理装置をDSPを用いて実現した場合のハードウェア構成を示す図である。

図5は、受聴者2、3とスピーカの配置関係および伝達関数を示す図である。

図6は、DSPを用いて実現した場合のサラウンド処理装置のシグナルフロー

である。

図 7 A ないし B は、オールパスフィルタの一例を示す図である。

図 8 は、オールパスフィルタの移相特性を示す図である。

図 9 は、楕形フィルタによる非相関処理を示すシグナルフローである。

図 10 は、仮想定位処理のシグナルフローである。

図 11 は、図 10 のフィルタの周波数特性である。

図 12 は、FIR 型フィルタの基本構成を示す図である。

図 13 は、FIR 型フィルタと 2 次 IIR 型フィルタとを並列接続した図である。

図 14 は、FIR 型フィルタの中間タップに IIR 型フィルタを並列接続した図である。

図 15 は、受聴者 2、3 が、モニタ 30 の方を向いた場合の伝達関数を示す図である。

図 16 は、他の実施形態による仮想定位処理のシグナルフローである。

図 17 は、図 16 の各フィルタの特性を示す図である。

図 18 は、他の実施形態による仮想定位処理のシグナルフローである。

図 19 は、図 18 の各フィルタの特性を示す図である。

図 20 は、他の実施形態による仮想定位処理のシグナルフローである。

図 21 は、受聴者 2、3 とスピーカとの位置関係および伝達関数を示す図である。

図 22 は、他の実施形態による仮想定位処理のシグナルフローである。

図 23 は、図 20、図 22 の各フィルタの特性を示す図である。

図 24 は、遅延減衰帰還ループの他の例を示すシグナルフローである。

図 25 A ないし B は、図 22、図 24 の帰還ループの特性を示す図である。

図 26 は、他の実施形態による仮想定位処理のシグナルフローである。

図 27 は、受聴者 2 に着目して仮想スピーカ XL2、XR2 の配置と受聴者 2

の位置関係を略記した図面である。

図 28 は、他の実施形態による仮想定位処理のシグナルフローである。

図 29 は、受聴者 2 に着目してスピーカの配置と受聴者の位置関係を略記した図面である。

図 30 は、他の実施形態による仮想定位処理のシグナルフローである。

図 31 は、一般的な仮想定位処理を示す図である。

図 32 は、一般的な簡易サラウンド信号再生方法を示す図である。

### 発明を実施するための最良の形態

図 1 に、この発明の一実施形態によるサラウンド処理システムの概念的構成図を示す。このシステムは、サラウンド処理装置 5 と、その出力に接続された前方左スピーカ S P L、前方中央スピーカ S P C、前方右スピーカ S P R を備えている。

図 2 に、この実施形態におけるスピーカの配置と受聴者の位置関係を示す。第 1 の受聴者 2 の左前方には前方左スピーカ S P L が配置され、右前方には前方中央スピーカ S P C が配置されている。第 2 の受聴者 3 の左前方には前方中央スピーカ S P C が配置され、右前方には前方右スピーカ S P R が配置されている。

受聴者 2 と受聴者 3 の中間点 5 と、前方中央スピーカ S P C とを結ぶ中央線 14 に関して、前方左スピーカ S P L と前方右スピーカ S P R とが対称になっている。また、受聴者 2 と受聴者 3 の位置も、中央線 14 に関して対称になっている。

図 1 において、サラウンド左チャンネル信号 S L、サラウンド右チャンネル信号 S R は、加算手段 10 において混合される。したがって、サラウンド左チャンネル信号 S L、サラウンド右チャンネル信号 S R がステレオ信号として与えられている場合には、モノラル化されることとなる。サラウンド左チャンネル信号 S L、サラウンド右チャンネル信号 S R がモノラル信号として与えられている場合には、混合した後も同じモノラル信号が得られる。

仮想定位処理手段 12 は、第 1 入力 16、第 2 入力 18 に与えられた信号に対して仮想定位処理を施し、スピーカ SPL、SPC、SPR に与えることにより、受聴者 2 の左に、第 1 入力 16 の音響を発する仮想音源（図 2 の仮想サラウンド左音源 XL2）を生成し、受聴者 2 の右に、第 2 入力 18 の音響を発する仮想音源（図 2 の仮想サラウンド右音源 XR2）を生成するためのものである。

仮想定位処理手段 12 の第 1 入力 16、第 2 入力 18 の双方には、加算手段 10 からのモノラルのサラウンド信号が、それぞれ、第 1 のモノラル信号、第 2 のモノラル信号として与えられている。

仮想定位処理手段 12 の第 1 の仮想定位出力は、前方左スピーカ SPL および前方右スピーカ SPR に与えられ、第 2 の仮想定位出力は、前方中央スピーカ SPC に与えられる。これにより、受聴者 2 に対して、その左右に、仮想サラウンド左音源 XL2、仮想サラウンド右音源 XR2 が生成される（図 2 参照）。したがって、受聴者 2 は、仮想サラウンド左音源 XL2 からは第 1 のモノラル信号が出力され、仮想サラウンド右音源 XR2 からは第 2 のモノラル信号が出力されるかのような効果を得ることができる。

同様に、受聴者 3 に対しても、その左右に、仮想サラウンド左音源 XL3、仮想サラウンド右音源 XR3 が生成される。ただし、受聴者 2 と受聴者 3 は、スピーカに関して対称な位置関係にあるので、受聴者 3 においては、仮想サラウンド左音源 XL3 からは第 2 のモノラル信号が再生され、仮想サラウンド右音源 XR3 からは第 1 のモノラル信号が再生されるかのような効果が得られる。つまり、受聴者 2 と受聴者 3 では、仮想サラウンド音源からの音が、左右反転することとなる。しかし、この実施形態では、サラウンド信号をモノラルにして、仮想定位処理を施しているため、実質的な左右反転の影響はない。

上記のようにして、左右に並んだ 2 人の受聴者 2、3 の双方に対して、仮想音源によるサラウンド効果を与えることができる。なお、受聴者 2、3 の前後にさらに受聴者がいるような場合（つまり受聴者が 3 人以上の場合）についても、各

受聴者について同様のサラウンド効果を与えることができる。

ところで、モノラル信号のような相関の大きい信号を、受聴者の両横から出力すると、受聴者の頭の中に音像が定位して不自然な感じを与える。これを取り除くため、図3Cに示すように、非相関化処理手段11を設けて、第1のモノラル信号と第2のモノラル信号の相関度を小さくするようにしてもよい。

なお、サラウンド信号が1つのモノラル信号として与えられる場合には、図1の加算手段10を省略して、図3Aのような構成とすることもできる。つまり、与えられた1つのモノラル信号から、直接、第1のモノラル信号、第2のモノラル信号を得るようにしてもよい。また、図3Bに示すように、非相関化処理手段11を設けてもよい。

図4に、サラウンド処理装置を、DSP22を用いて実現した場合のハードウェア構成を示す。この装置は、前方左チャンネル信号FL、中央チャンネル信号FC、前方右チャンネル信号FR、サラウンド左チャンネル信号SL、サラウンド右チャンネル信号SR、低音信号LFEを入力として、これらを3つのスピーカSPL、SPC、SPRとサブウーファ・スピーカSPSによって、再現するためのものである。

信号FL、FC、FR、SL、SR、LFEは、サラウンドエンコードされたデジタルビットストリームまたはアナログ信号をA/D変換器によってデジタル化したデータを、マルチチャンネル・サラウンドデコーダ（図示せず）に入力して、デコードを行うことによって得られる。これら信号は、デジタルシグナルプロセッサ（DSP）22に与えられる。マルチチャンネル・サラウンドデコーダは、DSP22と別個にしても良いし、DSP22に内蔵させても良い。

DSP22は、メモリ26に記憶されたプログラムにしたがって、このデジタルデータに対する加算、減算、フィルタリング、遅延等の処理を行い、前方左スピーカ用信号L<sub>OUT</sub>、前方中央スピーカ用信号C<sub>OUT</sub>、前方右スピーカ用信号R<sub>OUT</sub>、サブウーファ・スピーカ用信号SUB<sub>OUT</sub>を生成する。これら信号は、D／

Aコンバータ24によってアナログ信号に変換され、スピーカSPL、SPC、SPR、SPSに与えられる。なお、メモリ26へのプログラムの格納等の処理は、マイクロプロセッサ20によって行う。このプログラムは、ROM等に予め焼き付けられたものであってもよく、CD-ROM等の他の記録媒体からインストールされたものであってもよい。

なお、この実施形態においては、図5に示すように、中央線14に関して、スピーカSPL、SPRが対称に配置され、受聴者2、3が対称に位置しているものとして説明を行う。ただし、ウーファー・スピーカSPSによって出力される低音は、波長が長く指向性が弱いため、どのような位置に置いても良い。

また、この実施形態では、前方中央に画像表示のためのモニタ30が設けられており、当該モニタ30に前方中央スピーカSPCが内蔵されている。もちろん、モニタ30と前方中央スピーカSPCは、別体として設けるようにしても良い。あるいは、前方左スピーカSPL、前方中央スピーカSPC、前方右スピーカSPR、ウーファー・スピーカSPSのいずれか1つ以上をモニタ30に内蔵するようにしても良い。

図6に、メモリ26のプログラムに基づいて、DSP22が行う処理を、シグナルフローの形式にて示す。この実施形態においては、加算処理10によって、サラウンド左チャンネル信号SLとサラウンド右チャンネル信号SRを混合して、モノラル化している。加算処理10の出力は、余分な低周波成分をカットするためハイパスフィルタ(HPF)32を経た後、第1のモノラル信号、第2のモノラル信号に分岐されて、非相関処理34に与えられる。

非相関処理34においては、第1のモノラル信号と第2のモノラル信号の間の相関を小さくする処理を行う。モノラル信号のような相関の大きい信号を、受聴者の両横から出力すると、受聴者の頭の中に音像が定位して不自然な感じを与える。そこで、この実施形態では、第1のモノラル信号と第2のモノラル信号の相関度を小さくするために、両信号に相対的な位相差を設けて相関度を小さくする

ようにしている。理論的には、90度の位相差を設けることにより相関度を0にすることができる。ただし、90度の位相差を設けた場合には、相対的に位相の進んでいるチャンネルの方向に音像が偏って定位しやすい傾向にある。したがって、より好ましくは、140度から160度の相対的な位相差を設けるようにすると良い。これにより、受聴者の周りに包含感のある音場を創成することができる。

この実施形態では、2つのオールパスフィルタ（APF）36、38によって、位相処理を行うようにしている。APF 36の一例を図7Aに、その位相特性を図8の曲線40に示す。また、APF 38の一例を図7Bに、その位相特性を図8の曲線42に示す。この実施形態では、周波数200Hz～1KHzの領域において、位相差が150度となるようにしている。

なお、この実施形態では、移相処理によって非相関処理を行ったが、図9に示すように、楕形フィルタを用いて一定の領域毎に交互に2つのチャンネルに振り分けて、モノラル信号を疑似ステレオ化する処理を行ってもよい。また、THXシステムのようにピッチシフトによって相関度を低下させる処理などによって非相関処理を行ってもよい。

上記のようにして非相関処理が施された第1のモノラル信号、第2のモノラル信号は、仮想定位処理12に与えられる。この実施形態では、第1のフィルタ101、第2のフィルタ102、第3のフィルタ103、第4のフィルタ104、加算処理44、45によって、仮想定位処理12が構成されている。第1のモノラル信号は、第1のフィルタ101、第2のフィルタ102に与えられ、第2のモノラル信号は、第3のフィルタ103、第4のフィルタ104に与えられる。第1のフィルタ101の出力と第4のフィルタ104の出力は、加算処理44によって加算されて第1の仮想定位出力となる。第2のフィルタ102の出力と第3のフィルタ103の出力は、加算処理45によって加算されて第2の仮想定位出力となる。

ここで、各フィルタ101、102、103、104の伝達関数 $h_1$ 、 $h_2$ 、



h 3、h 4は、下記のようにして決定する。

図 5 に示すように、前方左スピーカ S P L から受聴者 2 の左耳 2 L への伝達関数を H 1、前方左スピーカ S P L から受聴者 2 の右耳 2 R への伝達関数を H 2、前方中央スピーカ S P C から受聴者 2 の左耳 2 L への伝達関数を H 3、前方中央スピーカ S P C から受聴者 2 の右耳 2 R への伝達関数を H 4、前方右スピーカ S P R から受聴者 2 の左耳 2 L への伝達関数を H 5、前方右スピーカ S P R から受聴者 2 の右耳 2 R への伝達関数を H 6 とする。また、受聴者 2 の左側の仮想音源 X L 2 から受聴者 2 の左耳 2 L への伝達関数および右側の仮想音源 X R 2 から受聴者 2 の右耳 2 R への伝達関数を H 7、受聴者 2 の左側の仮想音源 X L 2 から受聴者 2 の右耳 2 R への伝達関数および右側の仮想音源 X R 2 から受聴者 2 の左耳 2 L への伝達関数を H 8 とする。また、スピーカ S P L、S P R の信号を e 1、スピーカ S P C の信号を e 2 とし、受聴者 2 の左耳 2 L での信号を V L、受聴者 2 の右耳 2 R での信号を V R とする。なお、受聴者 3 については、左右対称の関係となる。

上記において、V L、V R は次式で表される。

$$V L = (H 1 + H 5) \cdot e 1 + H 3 \cdot e 2$$

$$V R = (H 2 + H 6) \cdot e 1 + H 4 \cdot e 2$$

一方、非相関化処理の施された第 1 のモノラル信号を e L、第 2 のモノラル信号を e R とし、e L を受聴者 2 の左側の仮想音源 X L 2、e R を受聴者 2 の右側の仮想音源 X R 2 から再生しているようにするためには、V L、V R は次式を満足する必要がある。

$$V L = H 7 \cdot e L + H 8 \cdot e R$$

$$V R = H 8 \cdot e L + H 7 \cdot e R$$

これを、図 6 の 4 つのフィルタ 1 0 1、1 0 2、1 0 3、1 0 4 で実現するためには、前記の各 V L および V R がそれぞれ等しいとすることで、各フィルタ 1 0 1、1 0 2、1 0 3、1 0 4 の伝達関数 h 1、h 2、h 3、h 4 を決定すること

ができる。すなわち、下記の伝達関数を用いることにより、受聴者 2 に対して、仮想サラウンド音源  $X_{L2}$ 、 $X_{R2}$ （図 2 参照）を与えることができる。

$$h1 = (H7H4 - H8H3) / (H4(H1+H5) - H3(H2+H6))$$

$$h2 = (H8(H1+H5) - H7(H2+H6)) / (H4(H1+H5) - H3(H2+H6))$$

$$h3 = (H7(H1+H5) - H8(H2+H6)) / (H4(H1+H5) - H3(H2+H6))$$

$$h4 = (H8H4 - H7H3) / (H4(H1+H5) - H3(H2+H6))$$

また、受聴者 3 に対しては、左右の信号が逆になった仮想サラウンド音源  $X_{L3}$ 、 $X_{R3}$  を与えることになるが、サラウンド信号をモノラルとしているので、左右反転による不自然感はない。

また、ここでは、サラウンド信号がモノラルであるので、上記のフィルタを用いた仮想定位処理は、仮想音源  $X_{L2}$  から受聴者 2 の右耳  $2R$  へのクロストーク、仮想音源  $X_{R2}$  から受聴者 2 の左耳  $2L$  へのクロストークをキャンセルすることによっても、実質的に実現することができる。このようなクロストークキャンセルフィルタとする場合には、上記各フィルタの伝達関数において、 $H7 = H1$ 、 $H8 = 0$  とするかまたは、 $H7 = 1$ 、 $H8 = 0$  とすればよい。

第 1 の仮想定位出力は、加算処理 46 において前方左チャンネル信号  $F_L$  と加算された後に、前方左スピーカ用の信号  $L_{OUT}$  として出力される。また、第 1 の仮想定位出力は、加算処理 50 において前方右チャンネル信号  $F_R$  と加算された後に、前方右スピーカ用の信号  $R_{OUT}$  として出力される。さらに、第 2 の仮想定位出力は、加算処理 48 において前方中央チャンネル信号と加算された後に、前方中央信号  $C_{OUT}$  として出力される。

この実施形態では、サラウンド信号をモノラルとして、その方向性を無くしている。しかし、ステレオ信号である前方左チャンネル信号  $F_L$ 、前方右チャンネル信号  $F_R$  が、前方左スピーカ  $S_{PL}$ 、前方右スピーカ  $S_{PR}$  によって再生されるので、これにより方向性が維持される。

さらに、この実施形態では、加算処理 52、54 によって、前方左チャンネル信

号にサラウンド左チャンネル信号を加算し、前方右チャンネル信号にサラウンド右チャンネル信号を加算するようにしている。したがって、サラウンド信号がステレオで与えられている場合には、サラウンド信号によって表現される方向性を、前方からの音響として維持することができる。

ウーファー・スピーカ用の信号  $SUB_{out}$  は、低音信号  $LFE$  に前方左チャンネル信号  $FL$ 、中央チャンネル信号  $FC$ 、前方右チャンネル信号  $FR$  を、加算処理 56 によって加算して形成される。

なお、図 6 において、 $k_1 \sim k_9$  は係数処理を示しており、同じ符号を付した係数処理の係数は等しいことを示している。

図 10 に、仮想定位処理の他の形態を示す。この実施形態においては、減算処理 60 によって、第 1 のモノラル信号  $SM_1$  から第 2 のモノラル信号  $SM_2$  を減算して、第 5 のフィルタ 105 に与えている。また、加算処理 62 によって、第 1 のモノラル信号  $SM_1$  と第 2 のモノラル信号  $SM_2$  を加算して、第 6 のフィルタ 106 に与えている。第 5 のフィルタ 105 の出力は第 7 のフィルタ 107 に与えられ、第 6 のフィルタ 106 の出力は第 8 のフィルタ 108 に与えられる。

第 8 のフィルタ 108 の出力と第 5 のフィルタ 105 の出力は、加算処理 64 において加算されて、第 1 の仮想定位出力  $e_1$  となる。ただし、第 8 のフィルタ 108 において設定されている遅延時間と同等の遅延処理 68 を、第 5 のフィルタ 105 の出力に施した後、加算処理 64 によって加算するようにしている。同様に、第 6 のフィルタ 106 の出力に第 7 のフィルタ 107 の遅延時間に等しい遅延処理 70 を施したものと、第 7 のフィルタ 107 の出力を加算処理 66 によって加算して、第 2 の仮想定位出力  $e_2$  としている。

図 10 の構成によれば、第 6 のフィルタ 106 の伝達関数  $h_a$ 、第 7 のフィルタ 107 の伝達関数  $h_b$ 、第 5 のフィルタ 105 の伝達関数  $h_c$ 、第 8 のフィルタの伝達関数  $h_d$  は、下記のとおりとなる。

$$h_a = (H_7 + H_8) (H_1 - H_2 + H_5 - H_6) / (H_4 (H_1 + H_5) - H_3 (H_2 + H_6))$$

$$hb = -(H1+H2+H5+H6) / (H3+H4)$$

$$hc = (H7-H8)(H3+H4) / (H4(H1+H5)-H3(H2+H6))$$

$$hd = -(H3-H4) / (H1-H2+H5-H6)$$

H7 = H1、H8 = 0 とし、仮想定位処理をクロストーク・キャンセル・フィルタによって実現した場合の各フィルタの周波数特性を図11に示す。この図からも明らかなように、第7のフィルタ107(hb)と第8のフィルタ108(hd)は、低周波領域のゲインが小さくその特性が平坦である。したがって、第7のフィルタ107、第8のフィルタ108の低周波領域における精度を、第5のフィルタ105、第6のフィルタ106の低周波領域における精度よりも小さくしつつ、仮想定位処理全体としての精度を保つことができる。

たとえば、各フィルタを、図12に示すようなFIR型フィルタを用いて構成した場合について説明する。FIR型フィルタにおいては、遅延処理の数をタップ数と呼ぶ。したがって、タップ数が多くなるほど、低周波領域の精度が高くなる。

一方、DSP22の処理能力の限界から、全体として設けることのできるタップ数合計には上限がある。この実施形態によれば、第7のフィルタ107、第8のフィルタ108のタップ数を小さくして、その分、第5のフィルタ105、第6のフィルタのタップ数を増やして、必要な部分の精度を向上させている。したがって、与えられた処理能力の中で、仮想定位処理の精度向上を図ることができる。

上記においては、FIR型フィルタを用いて、タップ数を変えることにより、低周波領域における精度が要求されないフィルタは、低周波領域の精度を相対的に低く、低周波領域における精度が要求されるフィルタには、低周波領域の精度を相対的に高くするようにしている。

しかし、低周波領域の精度が要求されるフィルタについては、図13に示すように、FIR型フィルタ72とIIR型フィルタ74の並列接続したものをを用い

るようにしてもよい。

さらに、図 14 に示すように、FIR 型フィルタ 72 の中間タップに、IIR 型フィルタ 74 を並列接続するようにしても良い。図 14 のようにすれば、所望の特性を持つフィルタの設計が容易となる。

また、低周波領域の精度が要求されるフィルタについて、フィルタバンク方式を採用して、ダウンサンプルした後に FIR フィルタを通すようにしても良い。フィルタバンク方式を用いれば、少ないタップ数によって、実質的に大きなタップ数の FIR 型フィルタを実現することができる。

ところで、図 15 に示すように、中央にモニタ 30 が設けられている場合には、受聴者 2、3 はともにモニタ 30 の方を向くことが多い。このような場合を想定すると、前方中央スピーカ SPC から両耳への伝達関数  $H_3$  と  $H_4$  は等しくなる。したがって、図 6 に示す仮想定位処理 12 を用いると、各フィルタの特性  $h_1$ 、 $h_2$ 、 $h_3$ 、 $h_4$  は下記のとおりとなる。

$$h_1 = (H_7H_3 - H_8H_3) / (H_3(H_1 + H_5) - H_3(H_2 + H_6))$$

$$h_2 = (H_8(H_1 + H_5) - H_7(H_2 + H_6)) / (H_3(H_1 + H_5) - H_3(H_2 + H_6))$$

$$h_3 = (H_7(H_1 + H_5) - H_8(H_2 + H_6)) / (H_3(H_1 + H_5) - H_3(H_2 + H_6))$$

$$h_4 = (H_8H_3 - H_7H_3) / (H_3(H_1 + H_5) - H_3(H_2 + H_6))$$

すなわち、 $h_1 = -h_4$  の関係となるので、図 16 に示すように仮想定位処理を簡素化することができる。

図 16 において、減算処理 76 において、第 1 のモノラル信号  $SM_1$  から第 2 のモノラル信号  $SM_2$  が減算され、第 9 のフィルタ 109 に与えられる。第 9 のフィルタ 109 の出力は、第 1 の仮想定位出力  $e_1$  とされる。

第 1 のモノラル信号  $SM_1$  は第 10 のフィルタ 110 にも与えられる。第 2 のモノラル信号  $SM_2$  は、第 11 のフィルタ 111 にも与えられる。第 10 のフィルタ 110 の出力と第 11 のフィルタ 111 の出力は、加算処理 78 において加算され、第 2 の仮想定位出力  $e_2$  とされる。

以上のように、この実施形態によれば、少ない個数のフィルタによって、仮想定位処理を実現することができる。なお、参考のため、仮想定位処理をクロストークキャンセelfilterとして実現した場合の第 9、第 10、第 11 のフィルタの周波数特性を、図 17 に示す。

図 16 に示す仮想定位処理と同等の処理を、図 18 によって実現することもできる。図 18 においては、減算処理 84 において、第 1 のモノラル信号 SM1 から、第 2 のモノラル信号 SM2 を減算して、第 12 のフィルタ 112 に与えている。また、加算処理 86 において、第 1 のモノラル信号 SM1 と、第 2 のモノラル信号 SM2 を加算し、第 14 のフィルタ 114 に与えている。第 12 のフィルタ 112 の出力は、第 1 の仮想定位出力とされる。

また、第 12 のフィルタ 112 の出力は、第 13 のフィルタ 113 にも与えられる。加算処理 90 によって、第 13 のフィルタ 113 の出力と第 14 のフィルタ 114 の出力が加算され、第 2 の仮想定位出力とされる。

第 12 のフィルタ 112 の伝達関数  $h_c$  は、図 16 の第 9 のフィルタ 109 の伝達関数  $h_1$  と同じである。第 13 のフィルタ 113 の伝達関数  $h_b$ 、第 14 のフィルタ 114 の伝達関数  $h_a$  は、下記のとおりである。

$$h_a = (H_7 + H_8) / H_3$$

$$h_b = -(H_1 + H_2 + H_5 + H_6) / H_3$$

図 18 における仮想定位処理において  $H_7 = H_1, H_8 = 0$  とし、クロストークキャンセelfilterによって仮想定位処理を実現した場合の、各フィルタの周波数特性を、図 19 に示す。この図からも明らかなように、第 12 のフィルタ 112 に比べて、第 13 のフィルタ 113、第 14 のフィルタ 114 は、低周波領域における精度が要求されていない。したがって、第 12 のフィルタ 112 の低周波領域における精度を、第 13 のフィルタ 113、第 14 のフィルタ 114 の低周波領域における精度よりも高くし、全体としての処理負担を増やすことなく、精度を向上することができる。

図20に、各フィルタ112、113、114としてFIR型フィルタを用い、第12のフィルタ112のタップ数を128タップ、第13のフィルタ113、第14のフィルタ114のタップ数を32タップとして実現した場合のシグナルフローを示す。図20では、FIR型フィルタを用いて、タップ数を増やすことによって、低周波領域における精度を上げている。しかし、図10の実施形態に関連して説明したように、図13、図14のように、FIR型フィルタとIIR型フィルタを並列接続することによって低周波領域における精度を向上させても良い。さらに、低周波領域における精度向上を図りたいフィルタを、前述のフィルタバンク方式によって形成するようにしても良い。

なお、第12のフィルタ112、第13のフィルタ113、第14のフィルタ114においては、逆フィルタの処理を行うために、必要に応じて遅延時間を設定する場合がある。図20の実施例では、第13のフィルタ113の遅延時間と同等の遅延処理92を、第12のフィルタ112の出力に施している。同様の遅延処理94を、第14のフィルタ114の出力に施している。

なお、遅延処理も考慮すると、仮想定位処理を上記クロストークキャンセルフィルタとして実現した場合の、各フィルタ112、113、114の伝達関数 $h_c$ 、 $h_b$ 、 $h_a$ は、下記のとおりとなる。

$$h_a = \delta(t-t_l) * H_1 / H_3$$

$$h_b = -\delta(t-t_m) * (H_1 + H_2 + H_5 + H_6) / H_3$$

$$h_c = \delta(t-t_l) * H_1 / ((H_1 + H_5) - (H_2 + H_6))$$

ここで、 $\delta(t-t_l)$ は第14のフィルタ114、第12のフィルタ112に設定した遅延時間、 $\delta(t-t_m)$ は第13のフィルタ113に設定した遅延時間である。

ここで、受聴者2、3およびスピーカ配置の関係を見直してみる。図21において、前方左スピーカSPL、前方右スピーカSPRは、前方中央スピーカSPCに対して、対称に配置されている。前方左スピーカSPLと、前方右スピーカSPRとの間隔WSに対して、スピーカと受聴者との距離Xが十分に大きいとき、

前方中央スピーカSPCを向く受聴者にとって、SPL、受聴者、SPCによって形成される角度 $\theta$ と、SPC、受聴者、SPRによって形成される角度 $\theta$ とは、ほぼ等しくなる。このような条件を考慮すると、SPLから見たSPRのスピーカの関係は、受聴者からの距離による距離減衰 $kLR$ とディレイ $\delta(t-tLR)$ が異なるだけであり、図21の伝達関数 $H1 \sim H6$ は、下記のようにまとめられる。

$$H1 = H(-\theta) \deg$$

$$H2 = H(+\theta) \deg$$

$$H3 = H4 = kLC * \delta(t-tLC) H0 \deg$$

$$H6 = kLR * \delta(t-tLR) * H1 = kLR * \delta(t-tLR) * H(-\theta) \deg$$

$$H5 = kLR * \delta(t-tLR) * H2 = kLR * \delta(t-tLR) * H(+\theta) \deg$$

ここで、図20のフィルタ114, 113, 112の伝達関数 $h_a, h_b, h_c$ は、それぞれ下記のように簡素化される。

$$\begin{aligned} h_c &= \delta(t-tl) * H(-\theta) \deg / ((H(-\theta) \deg - H(+\theta) \deg) * (1 - kLR * \delta(t-tLR))) \\ &= 1 / (1 - kLR * \delta(t-tLR)) * hc' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_b &= -\delta(t-tm) * ((H(-\theta) \deg - H(+\theta) \deg)) * (1 - kLR * \delta(t-tLR)) \\ &\quad / (kLC * \delta(t-tLC) * H0 \deg) \\ &= hb' * (1 + kLR * \delta(t-tLR)) * (1/kLC) / \delta(t-tLC) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_a &= \delta(t-tl) * H(-\theta) \deg / (kLC * \delta(t-tLC) * H0 \deg) \\ &= ha' * (1/kLC) / \delta(t-tLC) \end{aligned}$$

つまり、図22に示すように、第12のフィルタ112は、 $hc'$ の伝達関数を持つフィルタ112aと、その出力信号を $nLR$ サンプル遅延させる遅延処理112cと、これを $kLR$ 倍する乗算処理112dと、フィルタ112aの出力信号と乗算処理112dの出力信号を加算する加算処理112eとして構成することができる。第13のフィルタ113は、 $hb'$ の伝達関数を持つフィルタ113aと、これを $1/kLC$ 倍する乗算処理113bと、この出力を $nLR$ サンプル遅延させる遅延処理113cと、これを $kLR$ 倍する乗算処理113dと、乗算処



理 1 1 3 d の出力を乗算処理 1 1 3 b の出力に加算する加算処理 1 1 3 e として構成することができる。さらに、第 1 4 のフィルタ 1 1 4 は、 $h_a'$  の伝達関数を持つフィルタ 1 1 4 a と、この出力を  $1/kLC$  倍する乗算処理 1 1 4 b として構成することができる。

なお、第 2 の仮想定位出力  $e_2$  をつくる  $h_a$ 、 $h_b$  に共通なディレイの逆フィルタ  $1/\delta(t-tLC)$  は、時間的に  $tLC$  進めることを意味しており、これを実現することはできない。したがって、相対的に、第 1 の仮想定位出力  $e_1$  を  $tLC$  遅らせることでこれを実現している。すなわち、図 2 0 の  $m$  の遅延処理 9 2 に変えて、 $m+nLC$  の遅延処理 9 6 を行うようにしている。

図 2 3 に、 $H_7=H_1, H_8=0$  とし、クロストークキャンセルフィルタによって仮想定位処理を実現した場合の、図 2 0 のフィルタ 1 1 2、1 1 3、1 1 4 の伝達関数  $h_c$ 、 $h_b$ 、 $h_a$  と、図 2 2 のフィルタ 1 1 2 a、1 1 3 a、1 1 4 a の伝達関数  $h_c'$ 、 $h_b'$ 、 $h_a'$  を比較して示す。各フィルタともに、図 2 2 の場合の方が、インパルス応答の継続時間が短くなっており（特に、フィルタ 1 1 2 a）、FIR 型フィルタのタップ数を少なくできることが理解できる。

さらに、図 2 2 の構成においては、上記  $h_a$ 、 $h_b$ 、 $h_c$  の各式から明らかにように、フィルタの伝達関数  $h_a'$ 、 $h_b'$ 、 $h_c'$  は、スピーカを配置する角度（図 2 1 の  $\theta$ ）のみをパラメータとしている。これにより、受聴者 2、3 とスピーカとの距離（図 2 1 の  $X$ ）およびスピーカ SPL と SPR の距離（図 2 1 の  $WS$ ）によって変わる距離減衰およびディレイを独立して変更することが可能となっている。

従来は、上記の角度  $\theta$  と距離  $X$ 、 $WS$  の影響を分離して扱うことができなかったため、予め、各配置についての最適なパラメータを準備することは、メモリ容量上、困難であった。しかし、図 2 2 の実施形態によれば、角度  $\theta$  と、距離  $X$ 、 $WS$  を独立して扱うことができるので、角度  $\theta$  に伴うフィルタの伝達関数  $h_a'$ 、 $h_b'$ 、 $h_c'$  のパラメータと、距離  $X$ 、 $WS$  に伴う減衰処理 1 1 2 d、1 1 3

b、1 1 3 d、1 1 4 bの値、遅延処理1 1 2 c、1 1 3 c、9 6の値を、予めテーブルとしてメモリ2 6に記憶しておき、両者を組み合わせて、最適な特性を得ることができる。

したがって、装置の設置時に受聴者が角度 $\theta$ や距離X、WSを入力することにより、テーブルより最適なパラメータや値を選択して、配置に応じた適切なサラウンド効果を得ることができる。この場合、受聴者による角度や距離の入力は、本装置に設けた入力部または、リモコン入力部から行うようにすることができる。

なお、メモリ2 6の容量に余裕があれば、図2 2の実施形態以外においても、各配置について、パラメータや値を予めテーブルに記憶しておき、最適な設定を行うことができる。

なお、図2 2において、遅延処理1 1 2 c、乗算処理1 1 2 d、加算処理1 1 2 eによって構成される帰還遅延処理ループにおいては、図2 5 Aの周波数特性に示すように、高い周波数帯域において非常に鋭いピークが周期的に現れる。したがって、この帰還遅延処理ループを、図2 4に示すように、FIR型フィルタによって構成するようにしても良い。このようにすれば、図2 5 Bに示すように、高い周波数領域におけるピークが取り除かれ、耳障りな音を排除することができる。また、FIR型フィルタに変えて、ローパスフィルタを設けても同様の効果が得られる。

前述のように、受聴者2、3が前方中央スピーカSPCの方を向いていると仮定すれば、伝達関数 $H3=H4$ となり、図6に示す仮想定位処理1 2は、図1 6のように簡略化することができた。図2 6に、さらに簡略化された構成を有する仮想定位処理の一例を示す。この実施形態においては、受聴者2、3の左右耳の応答をほぼ同じとする仮想定位処理、すなわち、仮想スピーカXL 2およびXR 2、ならびに仮想スピーカXL 3およびXR 3が、受聴者2ならびに受聴者3に対して、それぞれ左右対称に配置されていることに相当する状態とするような仮想処理を行っている。

図 2 7 は、受聴者 2 に着目して仮想スピーカ X L 2、X R 2 の配置と受聴者 2 の位置関係を略記した図面である。図 2 7 に示す伝達関数 H 7、H 8 は、図 1 5 に示す伝達関数 H 1、H 2、H 5、H 6 を用いて、つぎのように表される。

$$H7 = 0.5 * (H1 + H5)$$

$$H8 = 0.5 * (H2 + H6)$$

また、図 1 5 の場合と同様に、受聴者が前方中央スピーカ S P C の方を向いているとすれば、伝達関数 H 3、H 4 は下記の関係をもつこととなる。

$$H3 = H4$$

これらの関係を、図 6 に示す仮想定位処理 1 2 の各フィルタ特性 h 1、h 2、h 3、h 4 を表す式（上述）に代入すると、次のようになる。

$$h1 = 0.5$$

$$h2 = 0$$

$$h3 = 0.5 * (H1 + H5 + H2 + H6) / H3$$

$$h4 = -0.5$$

すなわち、図 6 に示す仮想定位処理 1 2 を図 2 6 に示すようにフィルタを一つに簡略化することができる。図 2 6 において、非相関化処理の施された第 1 のモノラル信号 e L、第 2 のモノラル信号を e R は、それぞれ、係数処理 1 5 0、1 5 2 において 1/2 倍される。係数処理 1 5 2 の出力は、第 1 5 のフィルタ 1 1 5 に与えられる。第 1 5 のフィルタ 1 1 5 の出力は、第 2 の仮想定位出力 e 2 とされる。

一方、減算処理 1 5 4 において、係数処理 1 5 0 の出力から係数処理 1 5 2 の出力が減算され、遅延処理 1 5 6 に与えられる。遅延処理 1 5 6 の出力は、第 1 の仮想定位出力 e 1 とされる。遅延処理 1 5 6 における遅延時間は、第 1 5 のフィルタ 1 1 5 の遅延時間にほぼ等しくなるよう設定されている。

このように、受聴者 2、3 の左右耳の応答をほぼ同じとする仮想定位処理を行うことにより、非対称な位置関係のスピーカについて、左右対称に配置する効果

が得られる。ここに上記非相関化処理を導入することにより、極めて簡単な構成でありながら、左右それぞれの受聴者 2 および 3 において、偏りがなく拡がり感のあるサラウンドチャンネル信号の簡易再生が可能となるのである。

上述の各実施形態においては、サラウンド信号についてのみ仮想定位処理を行う場合を例に説明したが、前方左チャンネル信号 F L、前方右チャンネル信号 F R についても、併せて、仮想定位処理（前方音場拡大処理）を行うことができる。図 28 に、このような処理形態の一例をシグナルフローの形式で示す。

図 28 に示すように、この実施形態においては、加算処理 160 によって、前方左信号 F L と前方右信号 F R とを混合してモノラル化している。加算処理 160 の出力は、さらに、加算処理 162 において、前方中央信号 F C に加算される。

前方左信号 F L、加算処理 162 の出力、前方右信号 F R には、それぞれ、遅延処理 164 L、164 C、164 R（これらを併せて、遅延処理 164 という）において、遅延が与えられる。当該遅延処理は、後述するハイパスフィルタ（HPF）32、非相関処理 34、仮想定位処理 12 における信号の遅延を補償するためのものであり、これらの処理の合計遅延時間にほぼ等しい遅延が、遅延処理 164 において付与される。

一方、減算処理 166 において、前方左信号 F L と前方右信号 F R との差信号を得ている。減算処理 166 の出力は、加算処理 168 において、サラウンドチャンネル信号 S に加算される。

加算処理 168 の出力は、図 6 の場合と同様に、ハイパスフィルタ（HPF）32 を経た後、第 1 のモノラル信号、第 2 のモノラル信号に分岐されて、非相関処理 34 に与えられ、非相関化処理がなされる。非相関処理が施された第 1 のモノラル信号、第 2 のモノラル信号は、仮想定位処理 12 に与えられる。

仮想定位処理 12 の第 1 の仮想定位出力は、加算処理 170 において遅延処理 164 L の出力と加算された後に、前方左スピーカ用の信号 L OUT として出力される。また、第 1 の仮想定位出力は、加算処理 174 において遅延処理 164

Rの出力と加算された後に、前方右スピーカ用の信号R OUTとして出力される。さらに、第2の仮想定位出力は、加算処理172において遅延処理164Cの出力と加算された後に、前方中央信号C OUTとして出力される。

この実施形態におけるスピーカの配置と受聴者の位置関係は、図5と同様である。図29は、受聴者2に着目してスピーカの配置と受聴者の位置関係を略記した図面である。

図29に示すように、前方左チャンネル信号FLおよび前方右チャンネル信号FRは、それぞれ、前方左スピーカSPLおよび前方右スピーカSPRから出力されるが、これら前方左チャンネル信号FLおよび前方右チャンネル信号FRを混合してモノラル化した信号が、前方中央チャンネル信号FCに加算されて前方中央スピーカSPCから出力される。

一方、前方左チャンネル信号FLおよび前方右チャンネル信号FRの差信号が、サラウンドチャンネル信号Sとともに仮想定位処理12において処理され、仮想スピーカXL2、XR2の出力となる。

このように、前方左信号FLと前方右信号FRとの差信号を仮想定位処理12に与えて処理することにより、本来のスピーカによる前方左チャンネル信号、前方右チャンネル信号を側方に向かって広げることができ、スピーカ間の幅が小さい場合であっても、大きな前方ステージを確保することができる。また、このような処理を、サラウンドチャンネル信号に対して仮想定位を行うための仮想定位処理12を利用して行っているので、処理の簡素化、構成の簡素化を図ることができるのである。

受聴者3の場合も、受聴者2の場合と同様になる。したがって、受聴者が複数の場合であっても、左右に並んで配置された複数の受聴者に対して音場の逆転を生じさせることなく、前方左チャンネル信号、前方右チャンネル信号を側方に向かって広げることができるのである。

なお、この実施形態においては、仮想定位処理として図6に示す仮想定位処理

12を例に説明したが、仮想定位処理はこれに限定されるものではない。たとえば、仮想定位処理として、図10、図16、図18、図20、図22、または図26に示すような処理を行うようにしてもよい。

図30にさらに他の実施形態による仮想定位処理のシグナルフローを示す。この実施形態においては、スピーカSPL、SPRとスピーカSPCの特性が異なる場合に、その特性差を補償するための、フィルタ200（補償用フィルタ手段）および減衰処理202、204（補償用振幅調整手段）を設けている。フィルタ200によって、スピーカSPCとスピーカSPL、SPRの周波数特性の差を補い、減衰処理によってスピーカSPCとスピーカSPL、SPRのゲインに関する特性の差を補うことができる。これにより、異なるスピーカを用いても、同じスピーカを用いたと同様の音場を得ることができる。

なお、上記各実施形態では、DSPによってフィルタ処理や減衰処理などを行ったが、アナログ回路によってこれを実現しても良い。

また、上記各実施形態において、固定小数点処理によって演算を行うDSPを用いる場合には、演算オーバーフローを考慮して、係数処理（スケーリング）を行うことが好ましい。

上記各実施形態では、DSP22を用いて実現しているが、シグナルフローに示す各機能は、その一部または全部をハードウェア回路によって構成することもできる。

この発明にかかるサラウンド処理方法は、第1の受聴者と第2の受聴者の中間点と前方中央スピーカとを結ぶ中央線に関して、前方左スピーカと前記右スピーカ、第1の受聴者と第2の受聴者が対称な位置関係となるように配置を行い、サラウンド左音源およびサラウンド右音源から、モノラルの音響が出力されるように、与えられたサラウンド信号に対して仮想定位処理を施して仮想音源生成のための信号を生成して、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカに与えると同時に、前方左スピーカと前方右スピーカに仮想音源生成のための信号と

して同じ信号を与えることにより、第1の受聴者および第2の受聴者の双方に対して、仮想的にサラウンド左音源、サラウンド右音源を生成することを特徴としている。

第1の受聴者と第2の受聴者の位置は、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカについて左右対称となっているので、前方左スピーカと前方右スピーカに仮想音源生成のための信号として同じ信号を与えることにより、第1の受聴者、第2の受聴者の双方に対して、サラウンド左音源、サラウンド右音源を生成することができる。この場合、第1の受聴者と第2の受聴者において、仮想的に生成されるサラウンド左音源、サラウンド右音源からの音響は、左右が反転したものとなる。しかし、これをモノラルの音響として出力するようにしているので、第1の受聴者と第2の受聴者において、左右の方向感が逆になることがなく、サラウンド効果を得ることができる。

この発明にかかるサラウンド処理システムおよびサラウンド処理装置は、サラウンドチャンネル信号を、第1のモノラル信号、第2のモノラル信号として仮想定位処理手段に与え、仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を前方左スピーカおよび前方右スピーカに与え、仮想定位処理手段の第2の仮想定位出力を前方中央スピーカに与えるようにしたことを特徴としている。

したがって、左右に並んだ2人の受聴者に対しても、サラウンド左音源、サラウンド右音源を与えることができるとともに、2人の受聴者に対して、左右の方向感が逆になることがなく、サラウンド効果を与えることができる。

この発明にかかるサラウンド処理システムは、サラウンド左チャンネル信号を前方左スピーカに与え、サラウンド右チャンネル信号を前方右スピーカに与えるようにしている。また、請求項10のサラウンド処理装置は、前方左スピーカ用信号にさらに、サラウンド左チャンネル信号を含むようにし、前方右スピーカ用信号にさらに、サラウンド右チャンネル信号を含むようにしている。

したがって、サラウンド左チャンネル信号、サラウンド右チャンネル信号をモノラ

ル化することによって失われた方向性を、前方左スピーカ、前方右スピーカによって再現することができ、より品質の高いサラウンド音響を得ることができる。

この発明にかかるサラウンド処理システムは、画像表示のためのディスプレイ装置を備えており、少なくとも前記中央スピーカが当該ディスプレイ装置に収納されていることを特徴としている。

したがって、左右に並んだ2人の受聴者に対して、画像を提示しつつ、サラウンド効果を与えることができる。

この発明にかかるサラウンド処理装置は、前方左チャンネル信号および前方右チャンネル信号を減算処理した信号ならびにサラウンドチャンネル信号を加算した信号を、第1のモノラル信号、第2のモノラル信号として仮想定位処理手段に与え、前方左スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の遅延時間にほぼ等しい遅延を前方左チャンネル信号に与えて得られる信号および仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、前方右スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の遅延時間にほぼ等しい遅延を前方右チャンネル信号に与えて得られる信号および仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、前方中央スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の遅延時間にほぼ等しい遅延を前方左チャンネル信号と前方右チャンネル信号とを加算した信号に与えて得られる信号および仮想定位処理手段の第2の仮想定位出力を含む信号を出力するようにしたことを特徴とする。

したがって、左右に並んで配置された二人の受聴者に対して音場の逆転を生じさせることなく、本来のスピーカによる前方左チャンネル信号、前方右チャンネル信号を側方に向かって広げることができ、スピーカ間の幅が小さい場合であっても、大きな前方ステージを確保することができる。また、このような処理を、サラウンドチャンネル信号に対して仮想定位を行うための仮想定位処理を利用して行っているため、処理の簡素化、構成の簡素化を図ることができる。

この発明にかかるサラウンド処理装置は、第1のモノラル信号および第2のモノ



ノラル信号の相関を小さくするための非相関処理を施した後、仮想定位処理手段に与えることを特徴としている。したがって、仮想サラウンド左右音源からのモノラル音響が、不自然に偏って定位したり、受聴者の頭中に定位したりすることなく、広がりのあるサラウンド音響を与えることができる。

この発明にかかるサラウンド処理装置は、仮想定位処理手段が、第1のモノラル信号を受けて処理を行う第1のフィルタ手段と、第1のモノラル信号を受けて処理を行う第2のフィルタ手段と、第2のモノラル信号を受けて処理を行う第3のフィルタ手段と、第2のモノラル信号を受けて処理を行う第4のフィルタ手段と、第1のフィルタ手段と第4のフィルタ手段の出力を加算して第1の仮想定位出力とする第1の加算手段と、第2のフィルタ手段と第3のフィルタ手段の出力を加算して第2の仮想定位出力とする第2の加算手段とを備えていることを特徴としている。

したがって、左右に並んだ2人の受聴者に対しても、サラウンド左音源、サラウンド右音源を与えることができるとともに、2人の受聴者に対して、左右の方向感が逆になることがなく、サラウンド効果を与えることができる。

この発明にかかるサラウンド処理装置は、仮想定位処理手段が、第1のモノラル信号を受けて処理を行う第5のフィルタ手段と、第2のモノラル信号を受けて処理を行う第6のフィルタ手段と、第5のフィルタ手段の出力を受けて処理を行う第7のフィルタ手段と、第6のフィルタ手段の出力を受けて処理を行う第8のフィルタ手段と、第5のフィルタ手段と第8のフィルタ手段の出力を加算して第1の仮想定位出力とする第1の加算手段と、第6のフィルタ手段と第7のフィルタ手段の出力を加算して第2の仮想定位出力とする第2の加算手段とを備えたことを特徴としている。

第7のフィルタ手段および第8のフィルタ手段は、それぞれ、第5のフィルタ手段と第6のフィルタ手段の出力を受けて、処理を行うようになっている。したがって、第7のフィルタ手段と第8のフィルタ手段の処理負担を軽減することが

できる。

この発明にかかるサラウンド処理装置は、仮想定位処理手段が、第 7 および第 8 のフィルタ手段の遅延時間に等しい遅延時間を有する遅延処理手段を、第 5 および第 6 のフィルタ手段にそれぞれ備えたことを特徴としている。したがって、第 7 および第 8 のフィルタ手段に遅延時間を設定した場合であっても、この遅延時間を補償することができる。

この発明にかかるサラウンド処理装置は、仮想定位処理手段が、第 1 のモノラル信号と第 2 のモノラル信号を減算処理した信号を受けて処理を行い、第 1 の仮想定位出力とする第 9 のフィルタ手段と、第 1 のモノラル信号を受けて処理を行う第 10 のフィルタ手段と、第 2 のモノラル信号を受けて処理を行う第 11 のフィルタ手段と、第 10 のフィルタ手段と第 11 のフィルタ手段の出力を加算して第 2 の仮想定位出力とする加算手段とを備えたことを特徴としている。

受聴者が前方中央スピーカの方を向いた場合のように、前方中央スピーカから受聴者の左耳までの伝達関数と、前方中央スピーカから受聴者の右耳までの伝達関数とがほぼ等しくなる場合には、3つのフィルタ手段によってサラウンド効果を得ることができる。

この発明にかかるサラウンド処理装置は、仮想定位処理手段が、第 1 のモノラル信号と第 2 のモノラル信号とを減算処理したものをを受けて処理を行い、第 1 の仮想定位出力とする第 12 のフィルタ手段と、第 12 のフィルタの出力を受けて処理を行う第 13 のフィルタ手段と、第 1 のモノラル信号と第 2 のモノラル信号とを加算処理したものをを受けて処理を行う第 14 のフィルタ手段と、第 13 のフィルタ手段と第 14 のフィルタ手段の出力を加算して第 2 の仮想定位出力とする加算手段とを備えたことを特徴としている。

第 13 のフィルタが第 12 のフィルタの出力を受けて処理を行うようになってるので、第 13 のフィルタの処理負担を軽減することができる。

この発明にかかるサラウンド処理装置は、仮想定位処理手段が、第 13 のフィ

ルタ手段の遅延時間に等しい遅延時間を有する遅延処理手段を、第 1 2 および第 1 4 のフィルタ手段にそれぞれ備えていることを特徴としている。したがって、第 1 3 のフィルタ手段に遅延時間を設定した場合であっても、この遅延時間を補償することができる。

この発明にかかるサラウンド処理装置は、第 1 2 のフィルタ手段の低周波領域における精度を、第 1 3 のフィルタ手段、第 1 4 のフィルタ手段の低周波領域における精度よりも高くしたことを特徴としている。したがって、低周波領域の精度が要求される第 1 2 のフィルタ手段に処理能力を集中的に配分し、限られた処理能力の中で、仮想定位処理手段全体としての処理精度を向上させることができる。

この発明にかかるサラウンド処理装置は、第 1 2 のフィルタ手段が、フィルタ処理を行う処理手段と当該フィルタ処理の出力に接続された遅延減衰帰還ループとを備えており、第 1 3 のフィルタ手段が、フィルタ処理を行う処理手段と、当該フィルタ処理の出力に、当該出力を遅延減衰させた出力を加算する手段とを備えており、第 1 4 のフィルタ手段が、フィルタ処理を行う処理手段と当該フィルタ処理の出力を減衰させる手段とを備えており、第 1 2 のフィルタ手段の出力は、遅延処理を施した後、第 1 の仮想定位出力とされ、第 1 3 のフィルタ手段の出力および第 1 4 のフィルタ手段の出力は、加算して、第 2 の仮想定位出力とされることを特徴としている。したがって、各フィルタ処理を行う手段の負担が軽減される。また、受聴者とスピーカとの角度によるパラメータの変更と、スピーカと受聴者の距離、スピーカ間の距離による減衰量、遅延量の変更を独立に制御することができる。

この発明にかかるサラウンド処理装置は、第 2 のモノラル信号を受けて処理を行い第 2 の仮想定位出力とする第 1 5 のフィルタ手段と、第 1 5 のフィルタ手段の遅延時間に等しい遅延時間を有する遅延処理手段であって第 1 のモノラル信号と第 2 のモノラル信号とを減算処理したものに遅延処理を施した後第 1 の仮想定

位出力とする遅延処理手段とを備えたことを特徴とする。したがって、極めて簡単な構成でありながら、偏りがなく拡がり感のある（簡易な）サラウンドチャンネル信号の再生が可能となる。

この発明にかかるサラウンド処理装置は、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカと受聴者との位置関係によって変化する、フィルタのパラメータを記憶手段に予め記憶しておき、入力された前記位置関係に応じて最適のパラメータを選択することを特徴としている。したがって、配置に対応した、最適なサラウンド効果を得ることができる。

この発明にかかるサラウンド処理装置は、前方左スピーカ、前方右スピーカの特性と前方中央スピーカの特性との相違を補償するための補償用振幅調整手段または補償用フィルタ手段を設けたことを特徴としている。したがって、前方左スピーカ、前方右スピーカの特性と前方中央スピーカの特性が異なっても、品質の高いサラウンド効果を得ることができる。

上記においては、本発明を好ましい実施形態として説明したが、各用語は、限定のために用いたのではなく、説明のために用いたものであって、本発明の範囲および精神を逸脱することなく、添付のクレームの範囲において、変更することができるものである。

## 請求の範囲

1. 第1の受聴者および第2の受聴者に対し、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカによって、仮想的にサラウンド右音源、サラウンド左音源を生成するサラウンド処理方法において、

第1の受聴者の左前方に前方左スピーカを配し、右前方に前方中央スピーカを配し、

第2の受聴者の左前方に前方中央スピーカを配し、右前方に前方右スピーカを配するとともに、

第1の受聴者と第2の受聴者の中間点と前方中央スピーカとを結ぶ中央線に関して、前方左スピーカと前記右スピーカ、第1の受聴者と第2の受聴者が対称な位置関係となるように配置を行い、

サラウンド右音源およびサラウンド左音源から、モノラルの音響が出力されるように、与えられたサラウンド信号に対して仮想定位処理を施して仮想音源生成のための信号を生成して、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカに与えるとともに、

前方左スピーカと前方右スピーカに仮想音源生成のための信号として同じ信号を与えることにより、第1の受聴者および第2の受聴者の双方に対して、仮想的にサラウンド左音源、サラウンド右音源を生成すること、

を特徴とするサラウンド処理方法。

2. 前方左チャンネル信号、前方中央チャンネル信号、前方右チャンネル信号、サラウンド左チャンネル信号、サラウンド右チャンネル信号を受けて、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカにより仮想的にサラウンド左音源、サラウンド右音源を生成するサラウンド処理システムにおいて、

前方左チャンネル信号、前方中央チャンネル信号、前方右チャンネル信号を、それぞ

れ、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカに与えるとともに、  
サラウンド左チャンネル信号およびサラウンド右チャンネル信号を混合した後、第  
1 のモノラル信号、第 2 のモノラル信号として仮想定位処理手段に与え、  
仮想定位処理手段の第 1 の仮想定位出力を前方左スピーカおよび前方右スピー  
カに与え、  
仮想定位処理手段の第 2 の仮想定位出力を前方中央スピーカに与えるようにし  
たこと、  
を特徴とするサラウンド処理システム。

3. サラウンド左チャンネル信号、サラウンド右チャンネル信号を受けて、前方  
左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカにより仮想的にサラウンド左音  
源、サラウンド右音源を生成するサラウンド処理システムにおいて、  
サラウンド左チャンネル信号およびサラウンド右チャンネル信号を混合した後、第  
1 のモノラル信号、第 2 のモノラル信号として仮想定位処理手段に与え、  
仮想定位処理手段の第 1 の仮想定位出力を前方左スピーカおよび前方右スピー  
カに与え、  
仮想定位処理手段の第 2 の仮想定位出力を前方中央スピーカに与えるようにした  
こと、  
を特徴とするサラウンド処理システム。

4. 請求項 2 または 3 のサラウンド処理システムにおいて、  
サラウンド左チャンネル信号を前方左スピーカに与え、  
サラウンド右チャンネル信号を前方右スピーカに与えるようにしたこと、  
を特徴とするもの。

5. サラウンドチャンネル信号を受けて、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、

前方右スピーカにより仮想的にサラウンド左音源、サラウンド右音源を生成するサラウンド処理システムにおいて、

サラウンドチャンネル信号を、第1のモノラル信号、第2のモノラル信号として仮想定位処理手段に与え、

仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を前方左スピーカおよび前方右スピーカに与え、

仮想定位処理手段の第2の仮想定位出力を前方中央スピーカに与えるようにしたこと、

を特徴とするサラウンド処理システム。

6. 請求項2、3、4または5のサラウンド処理システムにおいて、

画像表示のためのディスプレイ装置を備えており、

少なくとも前記中央スピーカが当該ディスプレイ装置に収納されていることを特徴とするもの。

7. 前方左チャンネル信号、前方中央チャンネル信号、前方右チャンネル信号、サラウンド左チャンネル信号、サラウンド右チャンネル信号を受けて、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカにより仮想的にサラウンド左音源、サラウンド右音源を生成するためのサラウンド処理装置において、

サラウンド左チャンネル信号およびサラウンド右チャンネル信号を混合した後、第1のモノラル信号、第2のモノラル信号として仮想定位処理手段に与え、

前方左スピーカ用信号として、少なくとも、前方左チャンネル信号および仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、

前方右スピーカ用信号として、少なくとも、前方右チャンネル信号および仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、

前方中央スピーカ用信号として、少なくとも前方中央チャンネル信号および仮想

定位処理手段の第2の仮想定位出力を含む信号を出力するようにしたこと、  
を特徴とするサラウンド処理装置。

8. サラウンド左チャンネル信号、サラウンド右チャンネル信号を受けて、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカにより仮想的にサラウンド左音源、サラウンド右音源を生成するためのサラウンド処理装置において、

サラウンド左チャンネル信号およびサラウンド右チャンネル信号を混合した後、第1のモノラル信号、第2のモノラル信号として仮想定位処理手段に与え、

前方左スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、

前方右スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、

前方中央スピーカ用信号として、少なくとも仮想定位処理手段の第2の仮想定位出力を含む信号を出力するようにしたこと、

を特徴とするサラウンド処理装置。

9. 少なくとも前方左チャンネル信号、前方右チャンネル信号、サラウンドチャンネル信号を受けて、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカにより仮想的にサラウンド左音源、サラウンド右音源を生成するためのサラウンド処理装置において、

前方左チャンネル信号および前方右チャンネル信号を減算処理した信号ならびにサラウンドチャンネル信号を加算した信号を、第1のモノラル信号、第2のモノラル信号として仮想定位処理手段に与え、

前方左スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の遅延時間にほぼ等しい遅延を前方左チャンネル信号に与えて得られる信号および仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、



前方右スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の遅延時間にはほぼ等しい遅延を前方右チャンネル信号に与えて得られる信号および仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、

前方中央スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の遅延時間にはほぼ等しい遅延を前方左チャンネル信号と前方右チャンネル信号とを加算した信号に与えて得られる信号および仮想定位処理手段の第2の仮想定位出力を含む信号を出力するようにしたこと、

を特徴とするサラウンド処理装置。

10. 請求項7～9のいずれかのサラウンド処理装置において、

前記前方左スピーカ用信号として、さらに、サラウンド左チャンネル信号を含むようにし、

前記前方右スピーカ用信号として、さらに、サラウンド右チャンネル信号を含むようにしたこと、

を特徴とするサラウンド処理装置。

11. サラウンドチャンネル信号を受けて、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカにより仮想的にサラウンド左音源、サラウンド右音源を生成するためのサラウンド処理装置において、

サラウンドチャンネル信号を、第1のモノラル信号、第2のモノラル信号として仮想定位処理手段に与え、

前方左スピーカ用信号として、少なくとも、前方左チャンネル信号および仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、

前方右スピーカ用信号として、少なくとも、前方右チャンネル信号および仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、

前方中央スピーカ用信号として、少なくとも仮想定位処理手段の第2の仮想定

位出力を含む信号を出力するようにしたこと、  
を特徴とするサラウンド処理装置。

12. 少なくとも前方左チャネル信号、前方右チャネル信号、サラウンド左チャネル信号、サラウンド右チャネル信号を受けて、前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカにより仮想的にサラウンド左音源、サラウンド右音源を生成するためのサラウンド処理装置において、

前方左チャネル信号および前方右チャネル信号を減算処理した信号ならびにサラウンド左チャネル信号およびサラウンド右チャネル信号を混合した信号を加算した信号を、第1のモノラル信号、第2のモノラル信号として仮想定位処理手段に与え、

前方左スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の遅延時間にほぼ等しい遅延を前方左チャネル信号に与えて得られる信号および仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、

前方右スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の遅延時間にほぼ等しい遅延を前方右チャネル信号に与えて得られる信号および仮想定位処理手段の第1の仮想定位出力を含む信号を出力し、

前方中央スピーカ用信号として、少なくとも、仮想定位処理手段の遅延時間にほぼ等しい遅延を前方左チャネル信号と前方右チャネル信号とを加算した信号に与えて得られる信号および仮想定位処理手段の第2の仮想定位出力を含む信号を出力するようにしたこと、

を特徴とするサラウンド処理装置。

13. 請求項7～12のいずれかのサラウンド処理装置において、  
前記第1のモノラル信号および前記第2のモノラル信号の相関を小さくするための非相関処理を施した後、仮想定位処理手段に与えることを特徴とするもの。

14. 請求項7～13のいずれかのサラウンド処理装置において、  
前記仮想定位処理手段は、

前記第1のモノラル信号を受けて処理を行う第1のフィルタ手段と、

前記第1のモノラル信号を受けて処理を行う第2のフィルタ手段と、

前記第2のモノラル信号を受けて処理を行う第3のフィルタ手段と、

前記第2のモノラル信号を受けて処理を行う第4のフィルタ手段と、

第1のフィルタ手段と第4のフィルタ手段の出力を加算して第1の仮想定位出力とする第1の加算手段と、

第2のフィルタ手段と第3のフィルタ手段の出力を加算して第2の仮想定位出力とする第2の加算手段と、

を備えていることを特徴とするもの。

15. 請求項7～13のいずれかのサラウンド処理装置において、  
前記仮想定位処理手段は、

前記第1のモノラル信号を受けて処理を行う第5のフィルタ手段と、

前記第2のモノラル信号を受けて処理を行う第6のフィルタ手段と、

第5のフィルタ手段の出力を受けて処理を行う第7のフィルタ手段と、

第6のフィルタ手段の出力を受けて処理を行う第8のフィルタ手段と、

第5のフィルタ手段と第8のフィルタ手段の出力を加算して第1の仮想定位出力とする第1の加算手段と、

第6のフィルタ手段と第7のフィルタ手段の出力を加算して第2の仮想定位出力とする第2の加算手段と、

を備えていることを特徴とするもの。

16. 請求項15のサラウンド処理装置において、

前記仮想定位処理手段は、

前記第 7 および前記第 8 のフィルタ手段の遅延時間に等しい遅延時間を有する遅延処理手段を、前記第 5 および第 6 のフィルタ手段にそれぞれ備えていることを特徴とするもの。

17. 請求項 7～13 のいずれかのサラウンド処理装置において、  
前記仮想定位処理手段は、

前記第 1 のモノラル信号と前記第 2 のモノラル信号を減算処理した信号を受けて処理を行い、第 1 の仮想定位出力とする第 9 のフィルタ手段と、

前記第 1 のモノラル信号を受けて処理を行う第 10 のフィルタ手段と、

前記第 2 のモノラル信号を受けて処理を行う第 11 のフィルタ手段と、

第 10 のフィルタ手段と第 11 のフィルタ手段の出力を加算して第 2 の仮想定位出力とする加算手段と、

を備えたことを特徴とするもの。

18. 請求項 7～13 のいずれかのサラウンド処理装置において、  
前記仮想定位処理手段は、

前記第 1 のモノラル信号と前記第 2 のモノラル信号とを減算処理したものを受けて処理を行い、第 1 の仮想定位出力とする第 12 のフィルタ手段と、

第 12 のフィルタの出力を受けて処理を行う第 13 のフィルタ手段と、

前記第 1 のモノラル信号と前記第 2 のモノラル信号とを加算処理したものを受けて処理を行う第 14 のフィルタ手段と、

第 13 のフィルタ手段と第 14 のフィルタ手段の出力を加算して第 2 の仮想定位出力とする加算手段と、

を備えたことを特徴とするもの。

19. 請求項18のサラウンド処理装置において、

前記仮想定位処理手段は、

前記第13のフィルタ手段の遅延時間に等しい遅延時間を有する遅延処理手段を、前記第12および第14のフィルタ手段にそれぞれ備えていることを特徴とするもの。

20. 請求項18または19のサラウンド処理装置において、

第12のフィルタ手段の低周波領域における精度を、第13のフィルタ手段、第14のフィルタ手段の低周波領域における精度よりも高くしたことを特徴とするもの。

21. 請求項18、19または20のサラウンド処理装置において、

前記第12のフィルタ手段は、フィルタ処理を行う処理手段と当該フィルタ処理の出力に接続された遅延減衰帰還ループとを備えており、

前記第13のフィルタ手段は、フィルタ処理を行う処理手段と、当該フィルタ処理の出力に、当該出力を遅延減衰させた出力を加算する手段とを備えており、

前記第14のフィルタ手段は、フィルタ処理を行う処理手段と当該フィルタ処理の出力を減衰させる手段とを備えており、

第12のフィルタ手段の出力は、遅延処理を施した後、第1の仮想定位出力とされ、

第13のフィルタ手段の出力および第14のフィルタ手段の出力は、第2の仮想定位出力とされ、

を特徴とするもの。

22. 請求項7～13のいずれかのサラウンド処理装置において、

前記第2のモノラル信号を受けて処理を行い、第2の仮想定位出力とする第1

5 のフィルタ手段と、

前記第 1 5 のフィルタ手段の遅延時間にほぼ等しい遅延時間を有する遅延処理手段であって、前記第 1 のモノラル信号と前記第 2 のモノラル信号とを減算処理したものに遅延処理を施した後、第 1 の仮想定位出力とする遅延処理手段と、

を備えたことを特徴とするもの。

2 3. 請求項 7 ～ 2 2 のいずれかのサラウンド処理装置において、

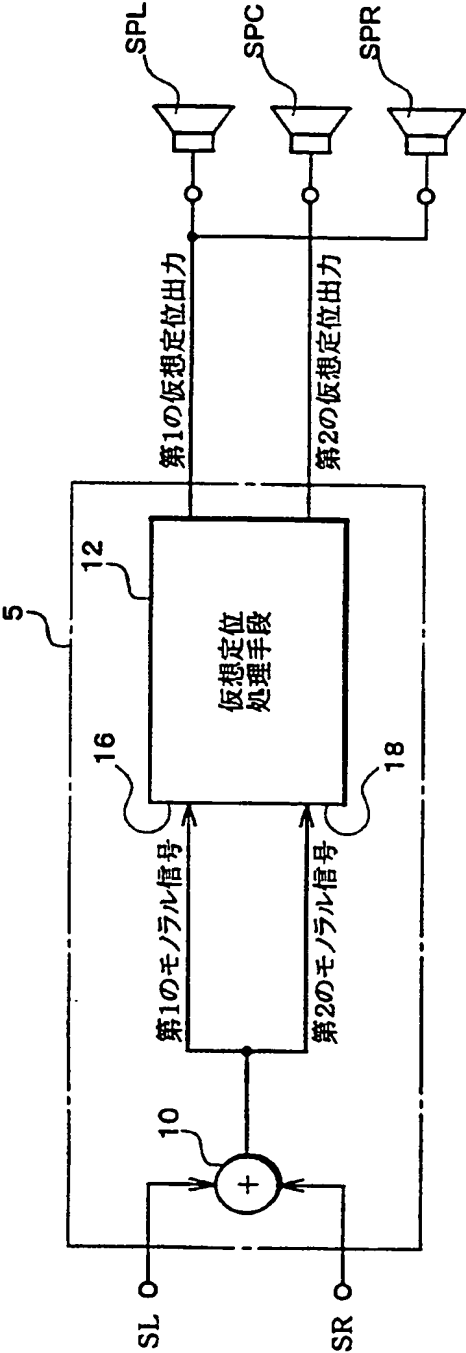
前方左スピーカ、前方中央スピーカ、前方右スピーカと受聴者との位置関係によって変化する、フィルタのパラメータを記憶手段に予め記憶しておき、

入力された前記位置関係に応じて最適のパラメータを選択することを特徴とするもの。

2 4. 請求項 7 ～ 2 3 のいずれかのサラウンド処理装置において、

前方左スピーカ、前方右スピーカの特性と前方中央スピーカの特性との相違を補償するための補償用振幅調整手段または補償用フィルタ手段が設けられていることを特徴とするもの。

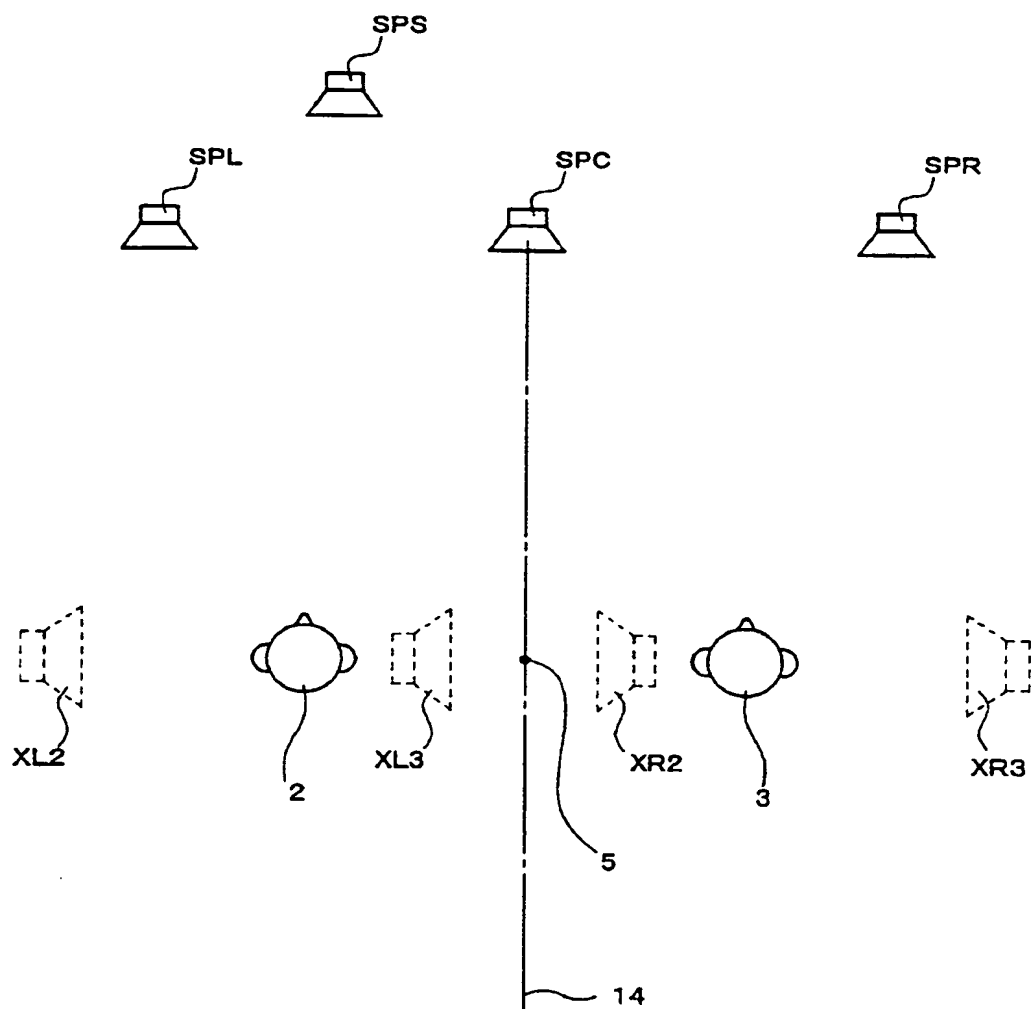
FIG.1



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



FIG.2



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG.3A

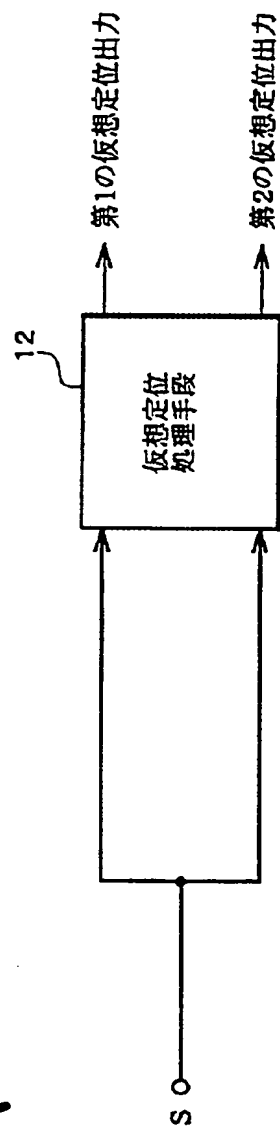


FIG.3B

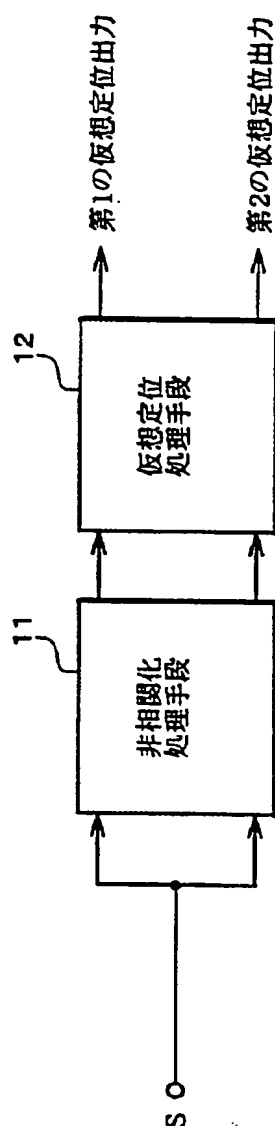
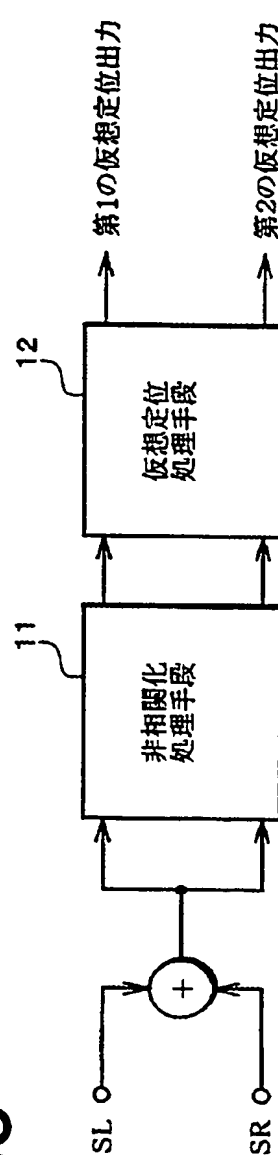
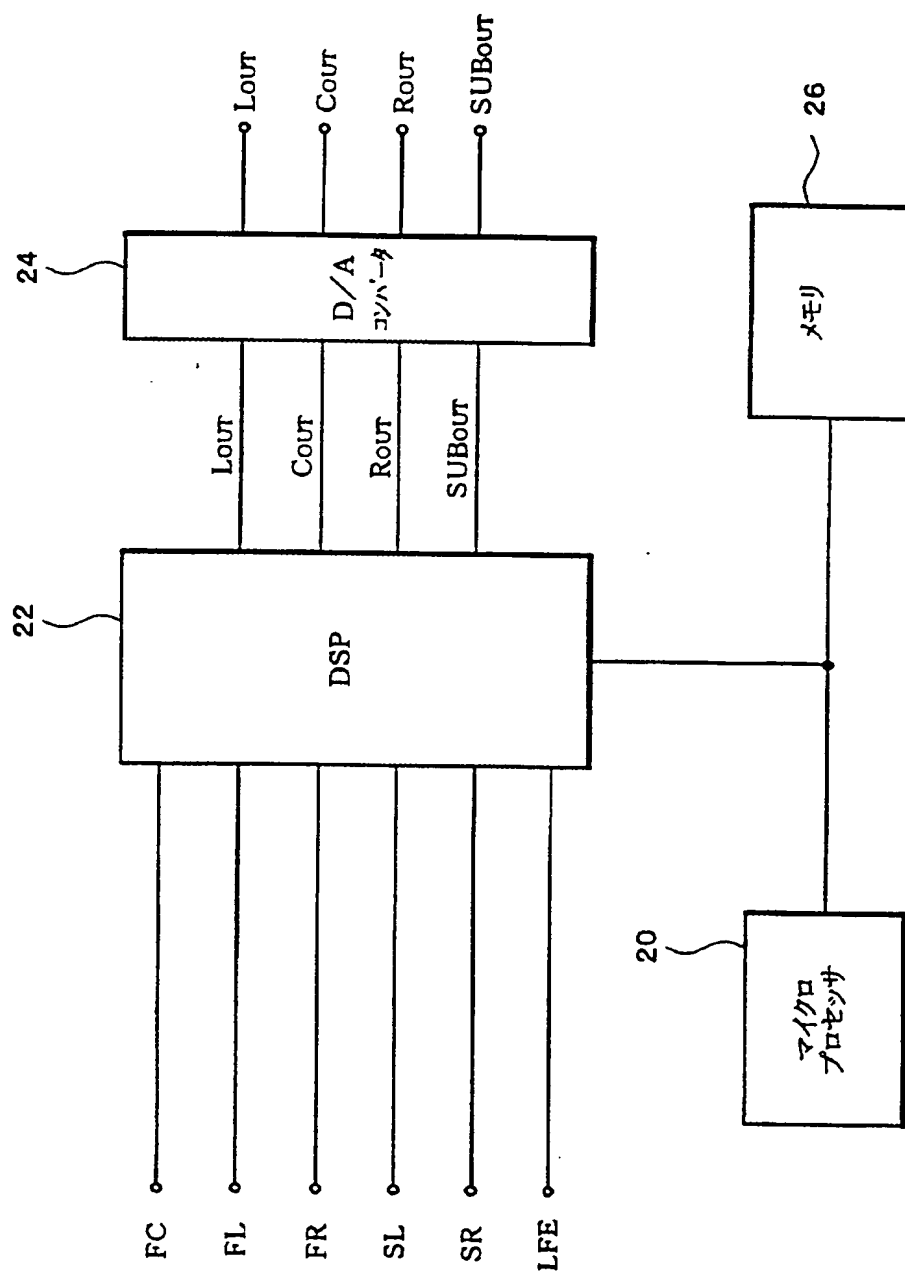


FIG.3C



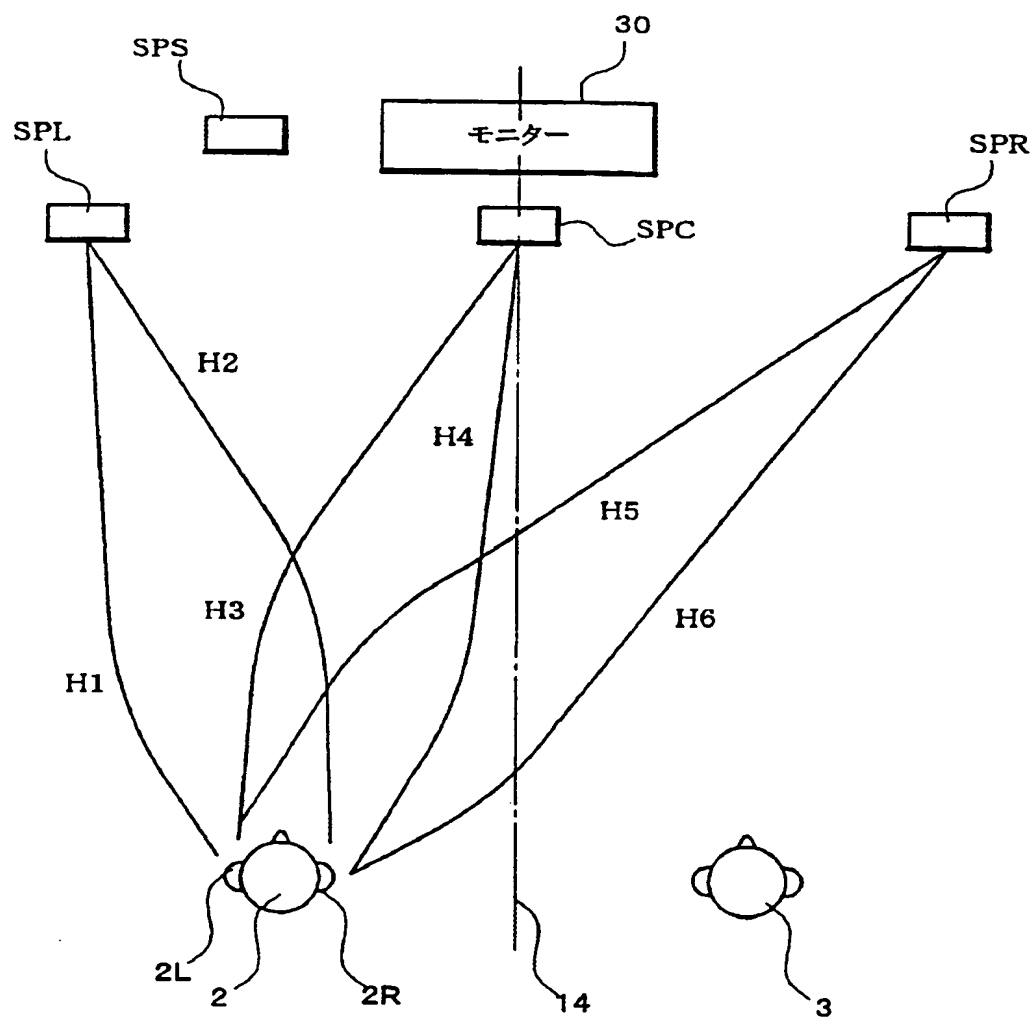
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

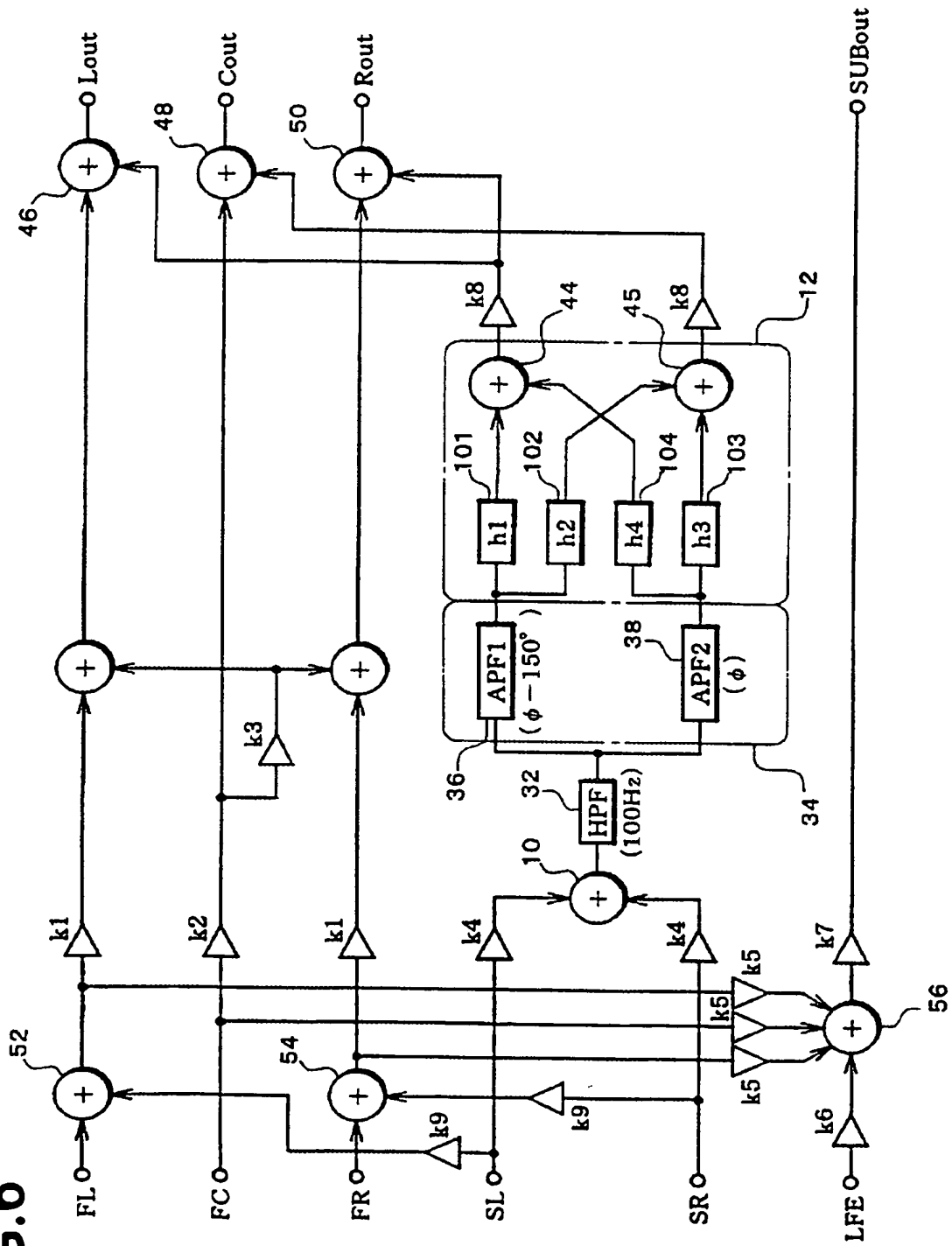
FIG.5



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



FIG.6



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG. 7A

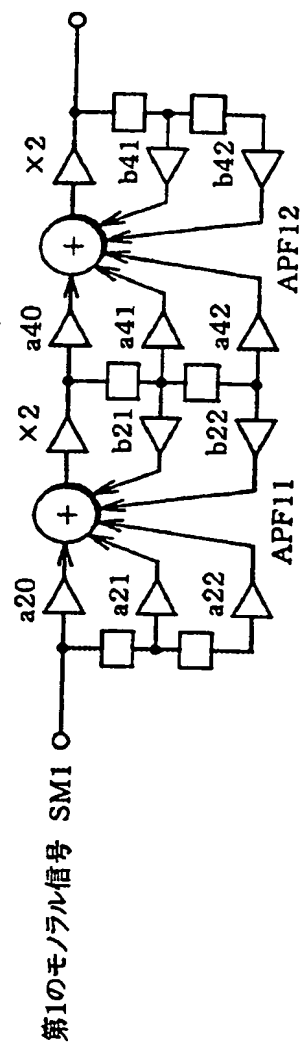
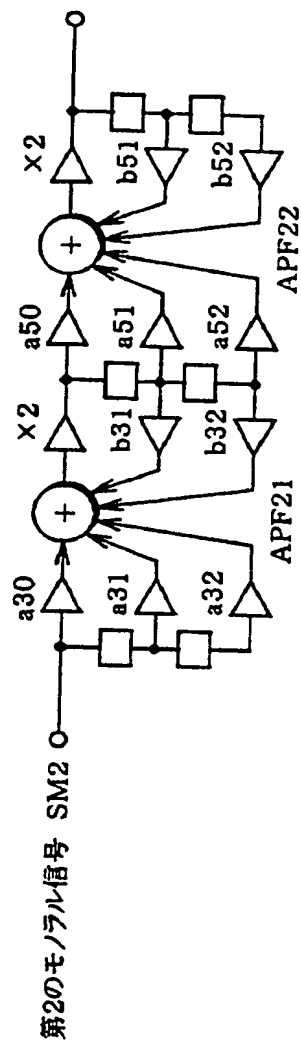
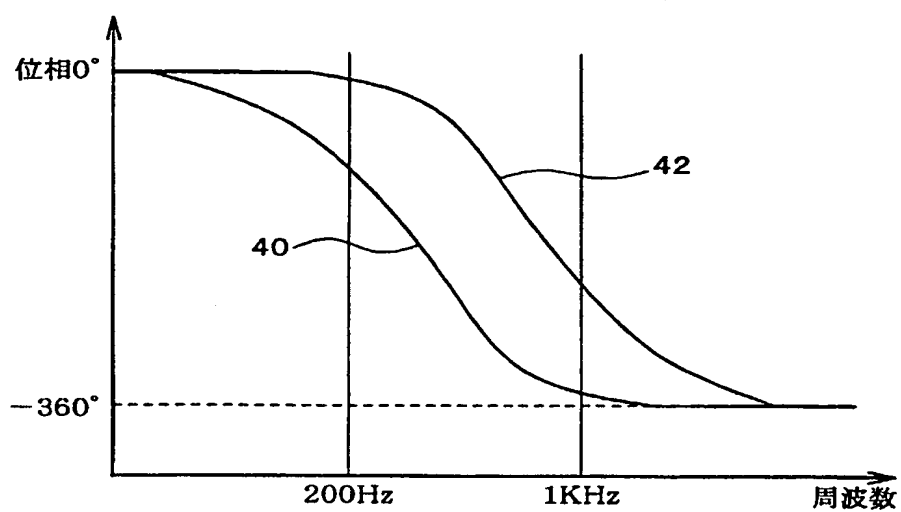


FIG. 7B



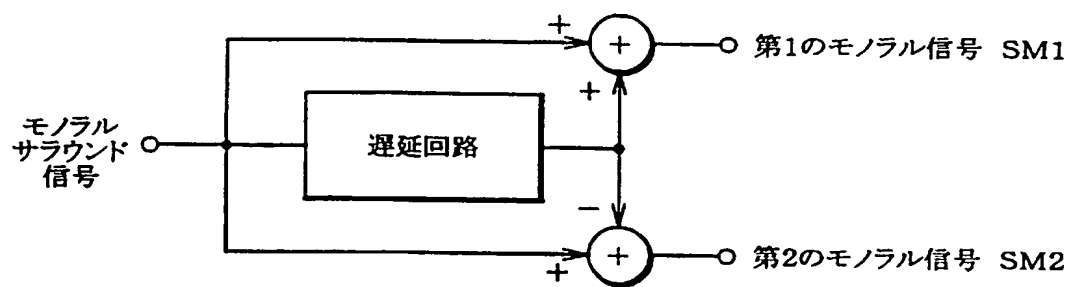
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.8



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

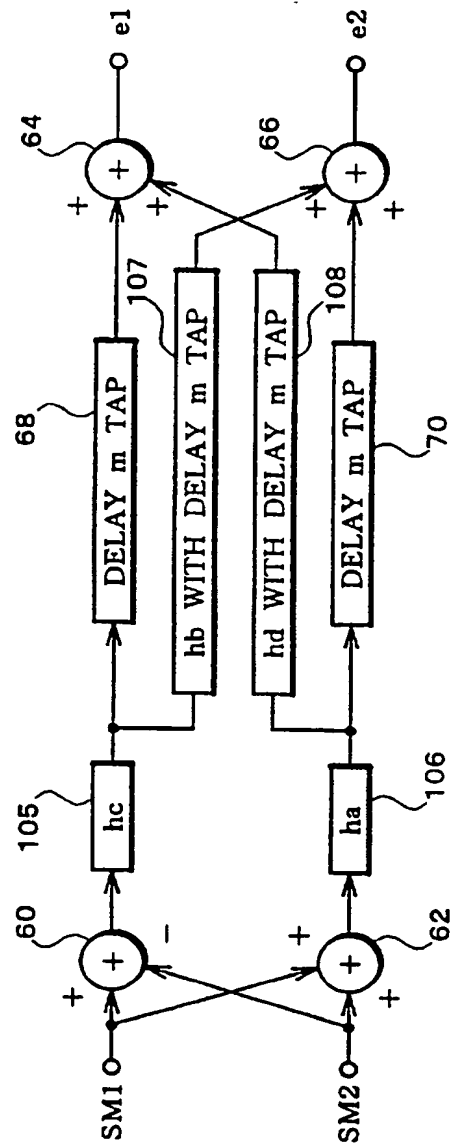
FIG.9



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

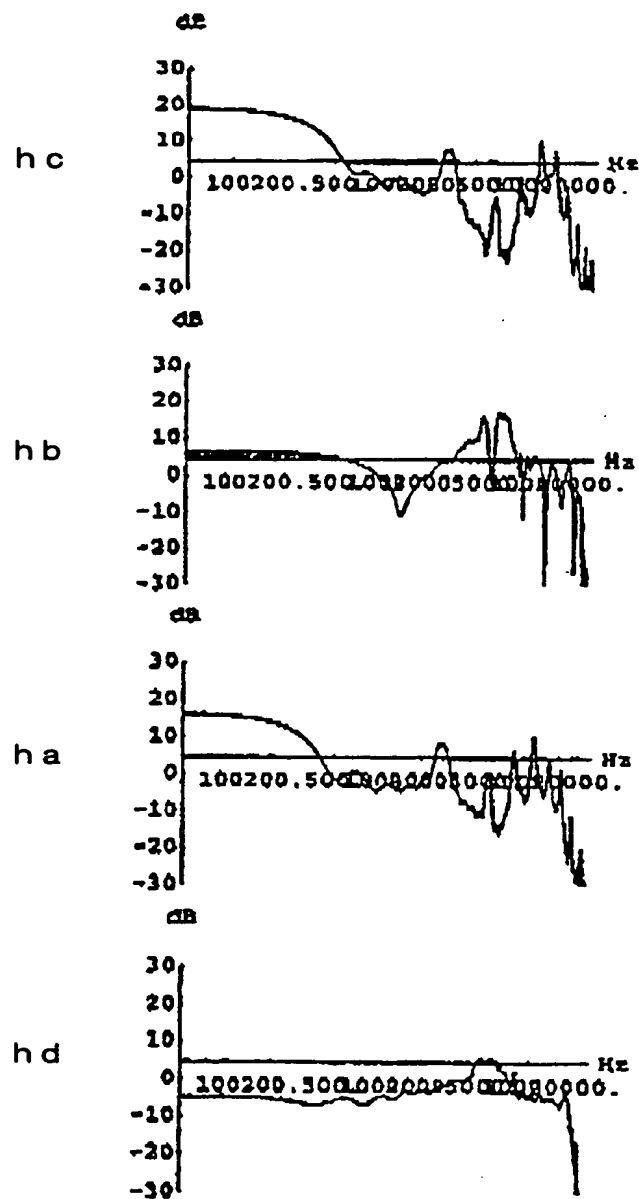


FIG.10



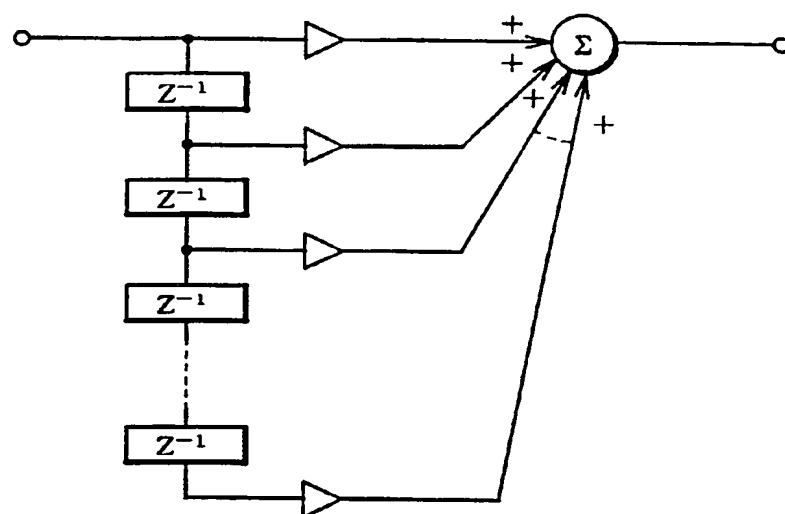
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.11



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.12

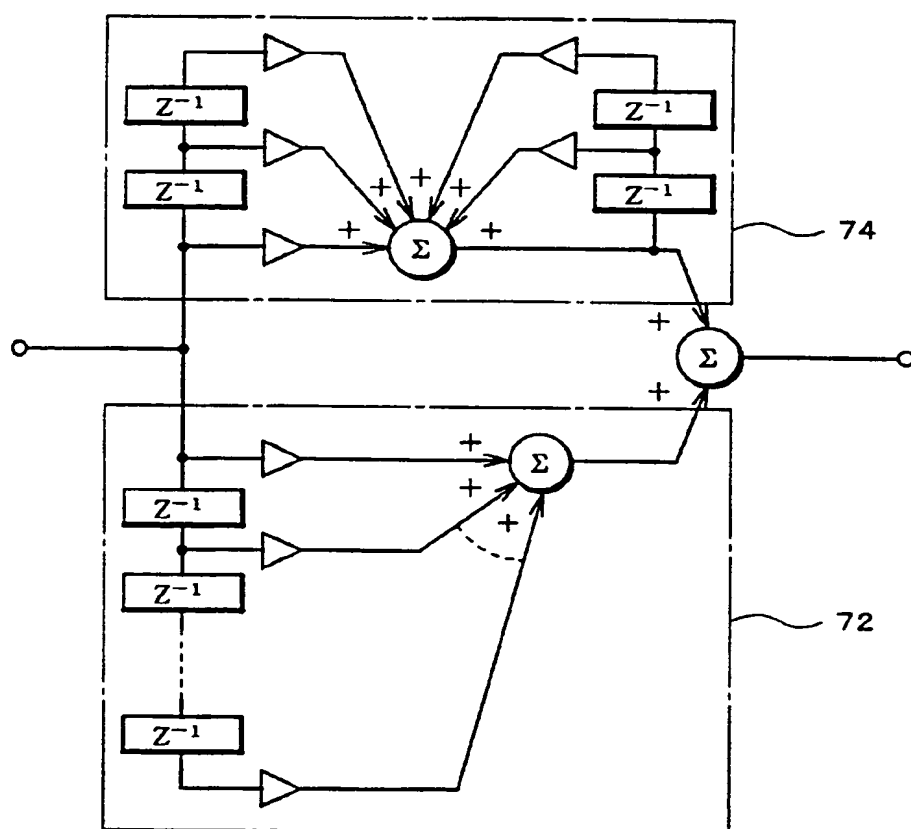


$Z^{-1}$  は遅延処理

▷ は係数処理

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

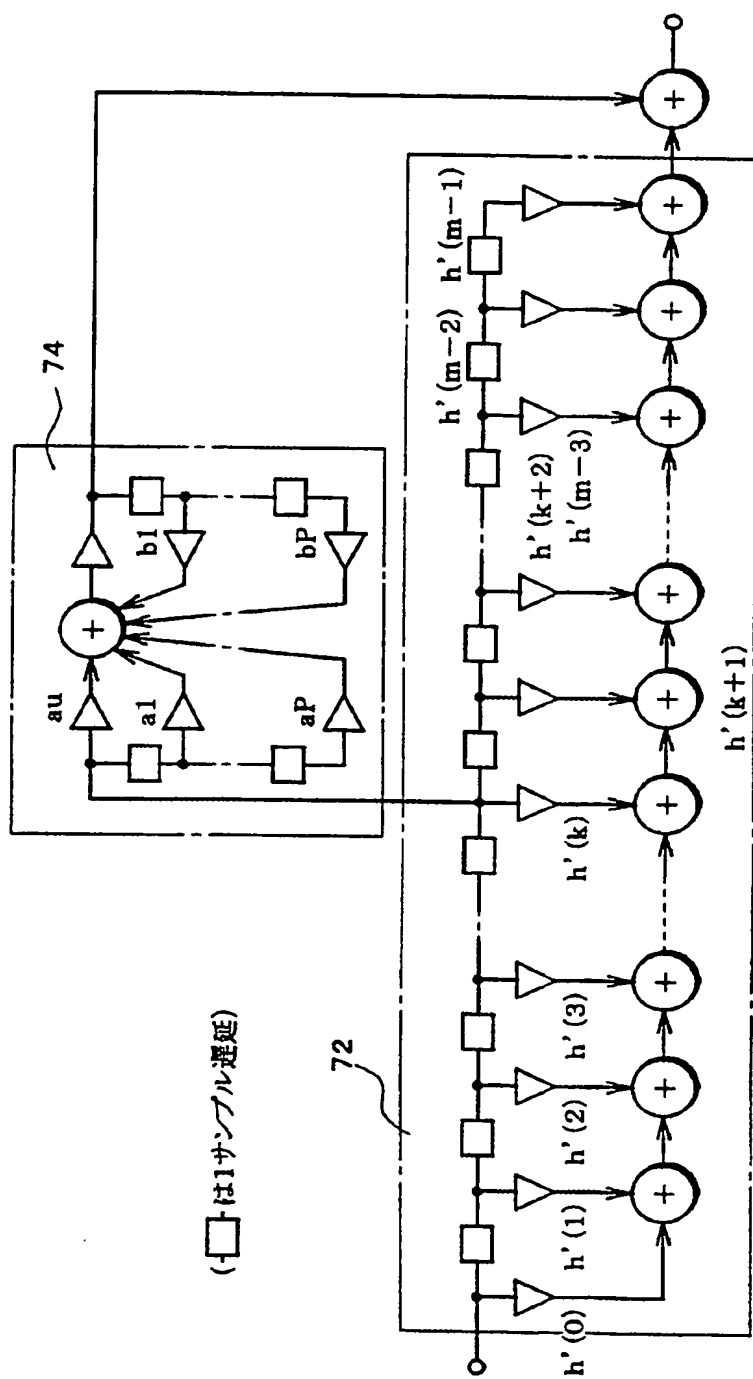
FIG.13



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

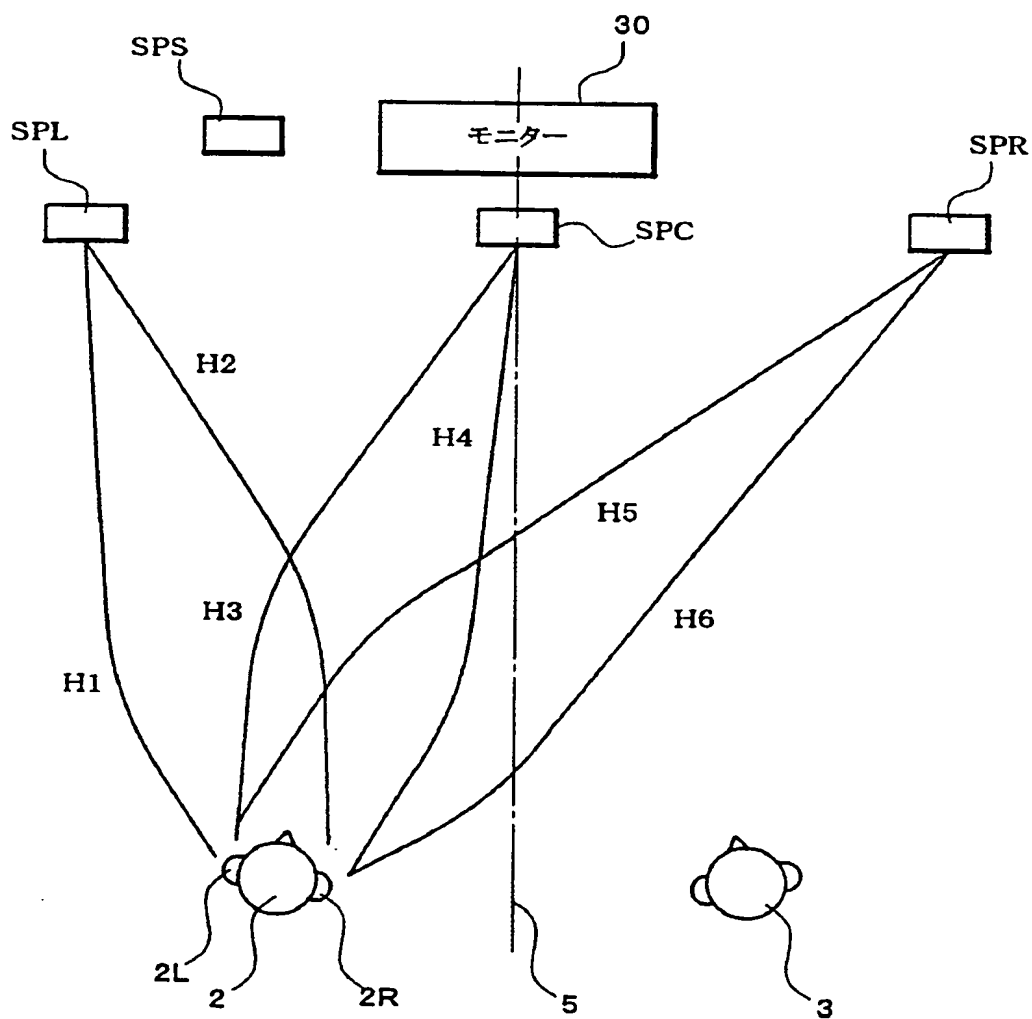


FIG. 14



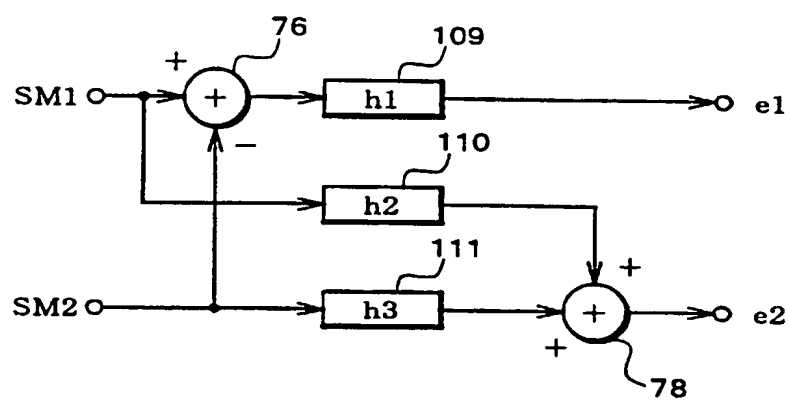
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.15



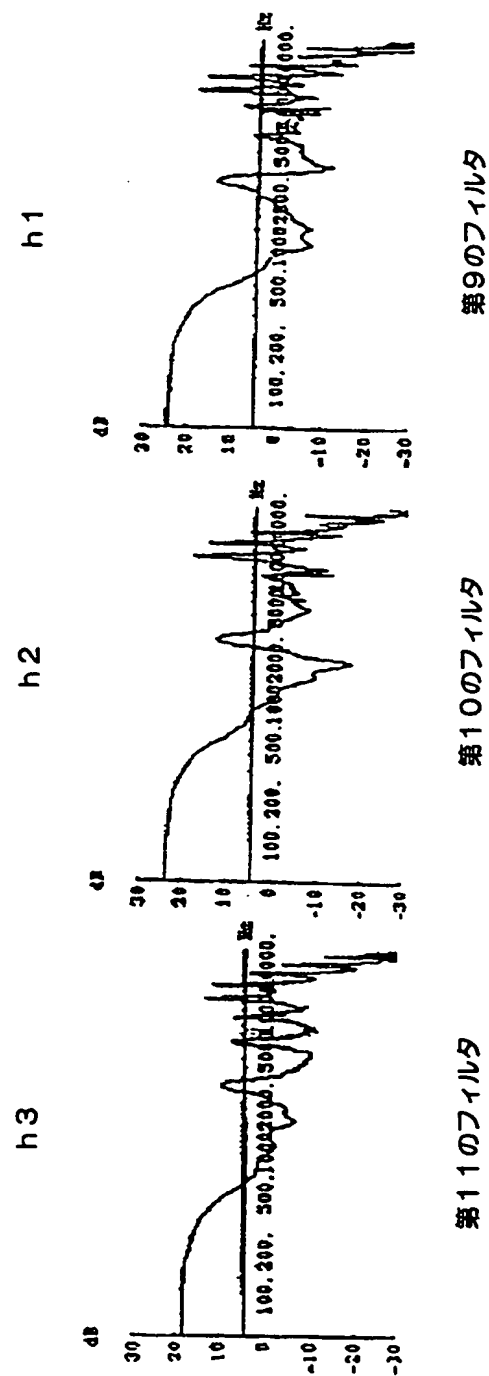
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.16



**THIS PAGE BLANK (23.10)**

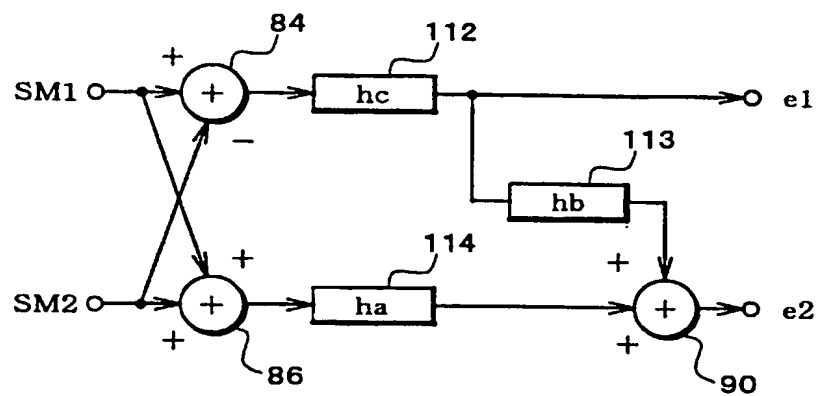
FIG.17



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

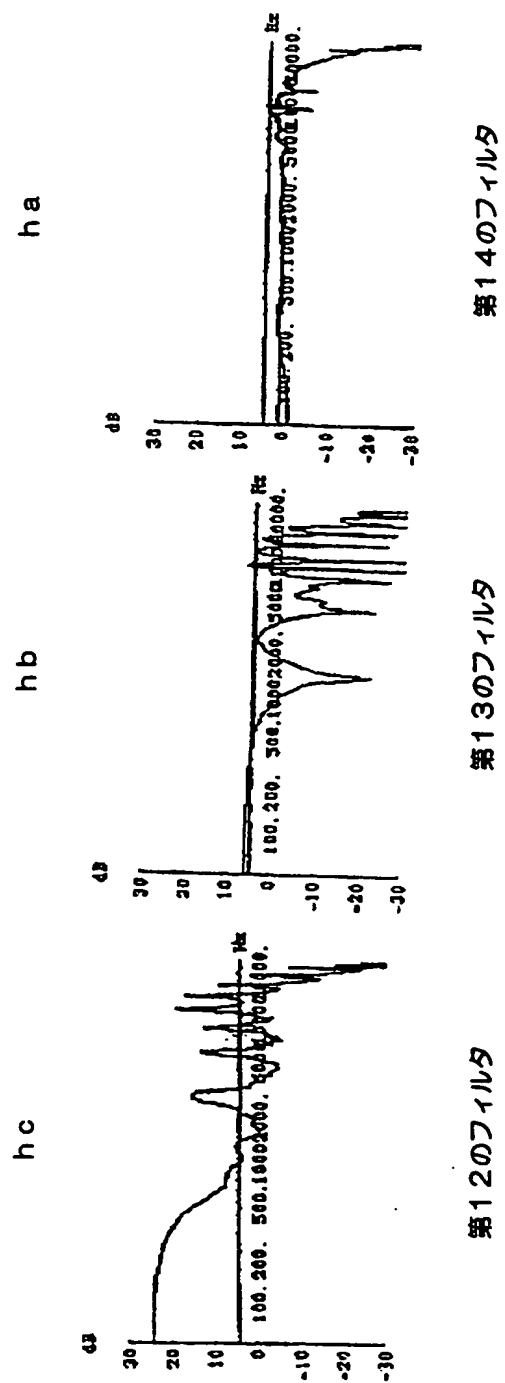


FIG.18



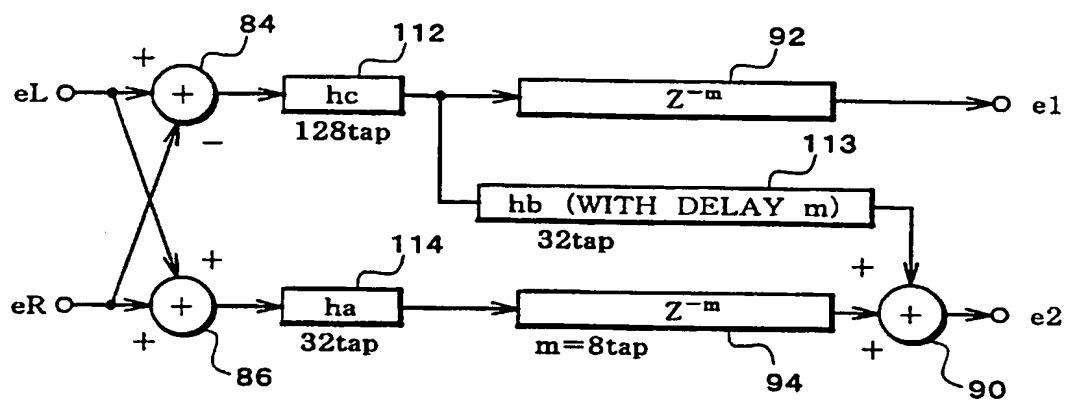
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.19



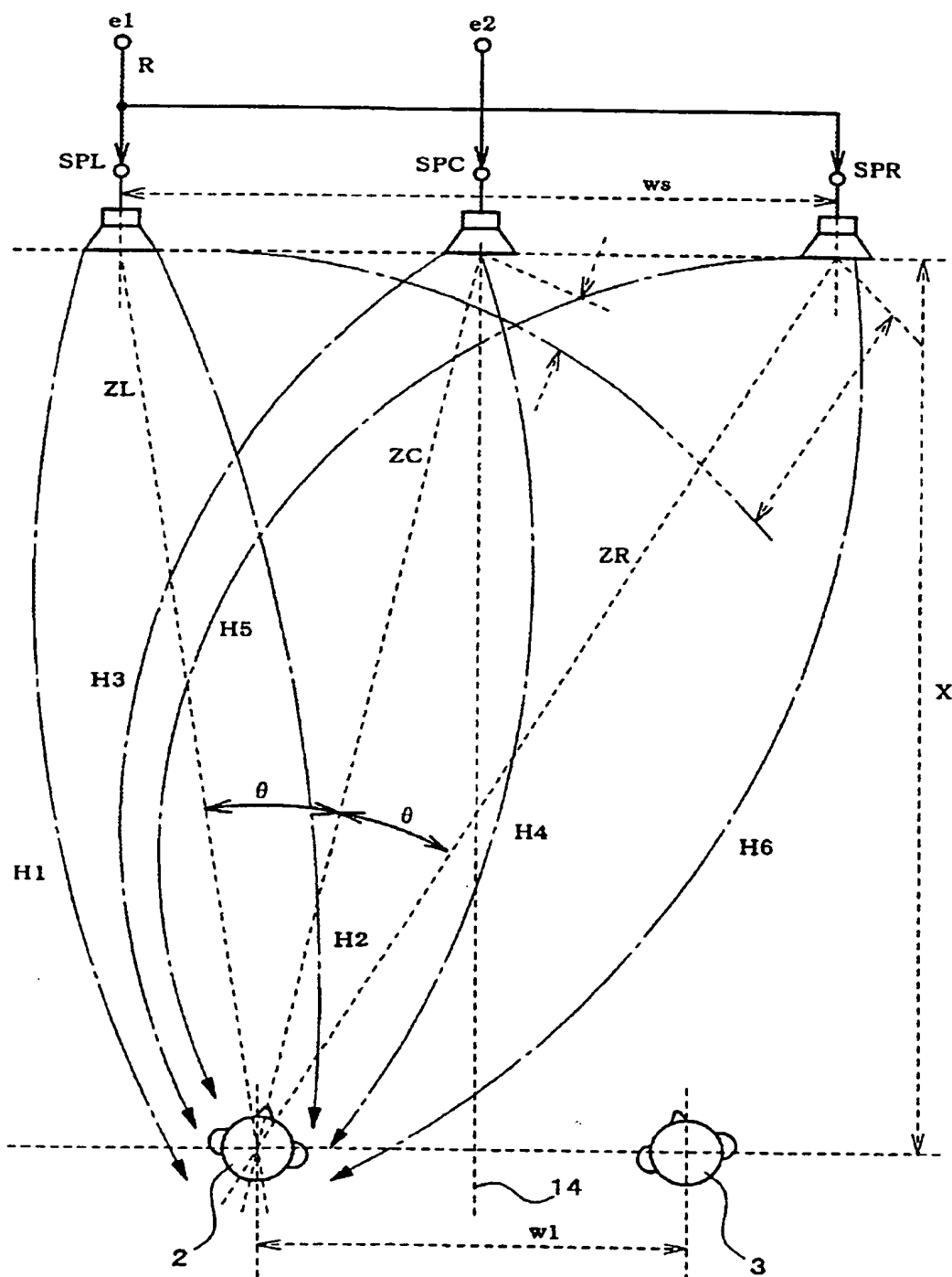
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.20



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

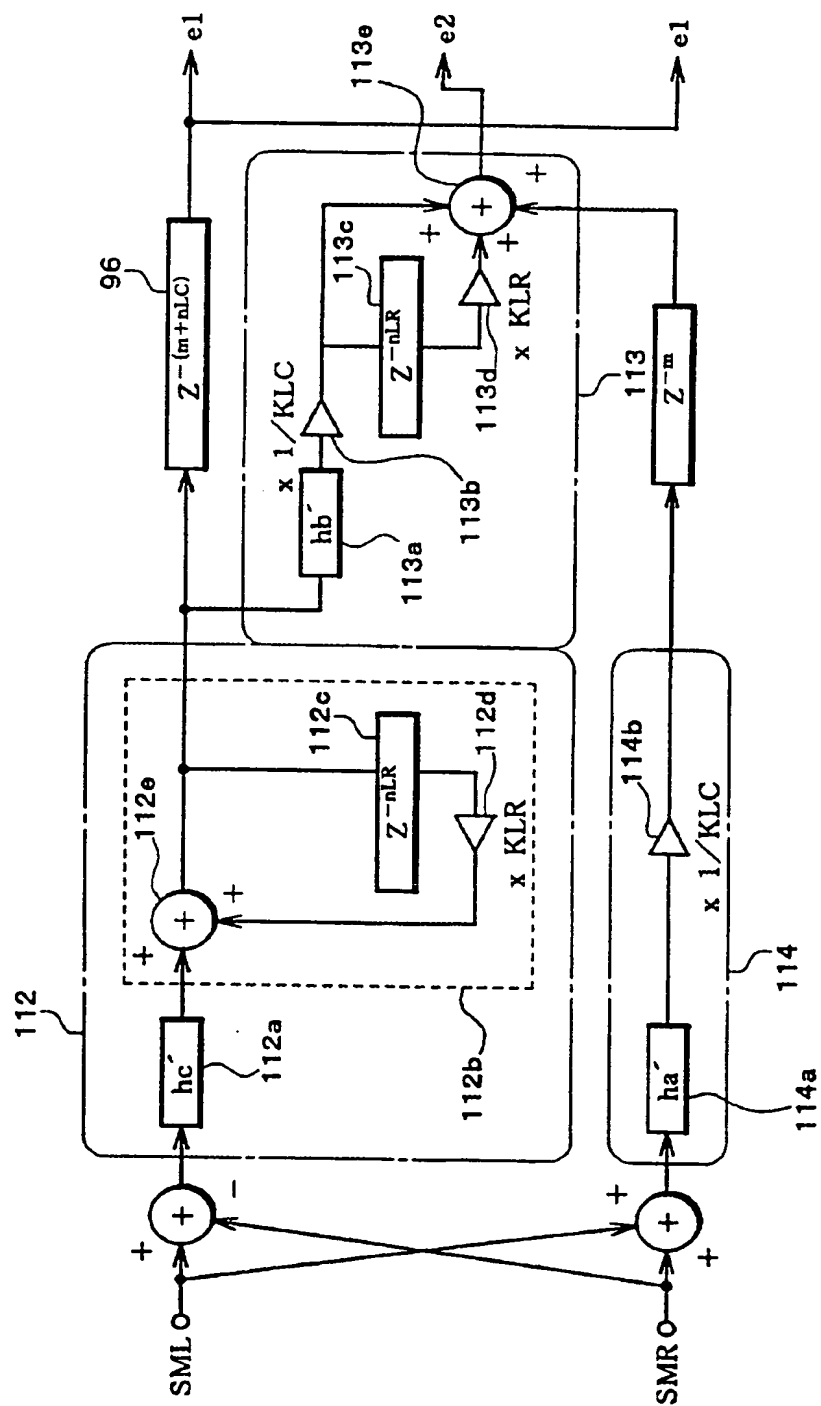
FIG.21



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



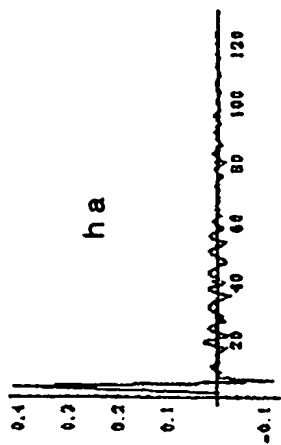
**FIG. 22**



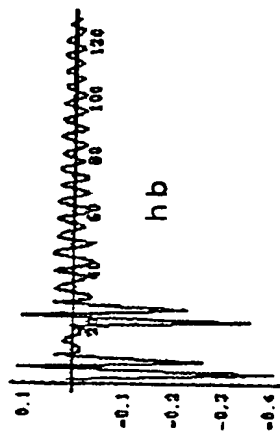
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.23

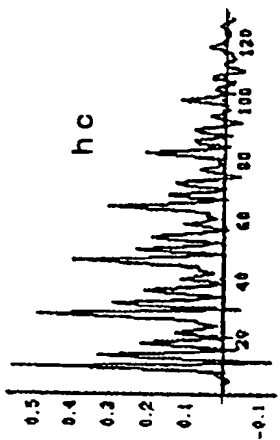
(図20の場合)



114

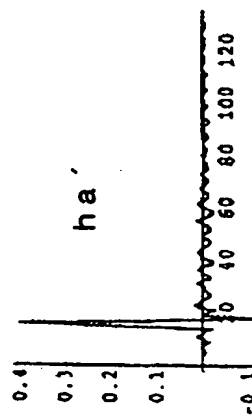


113

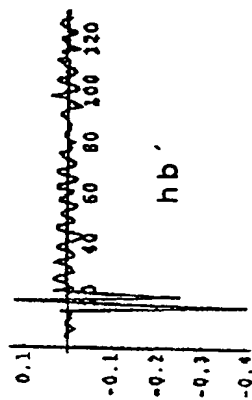


112

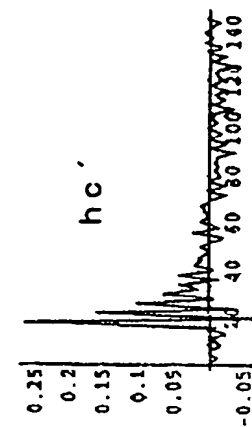
(図22の場合)



114a



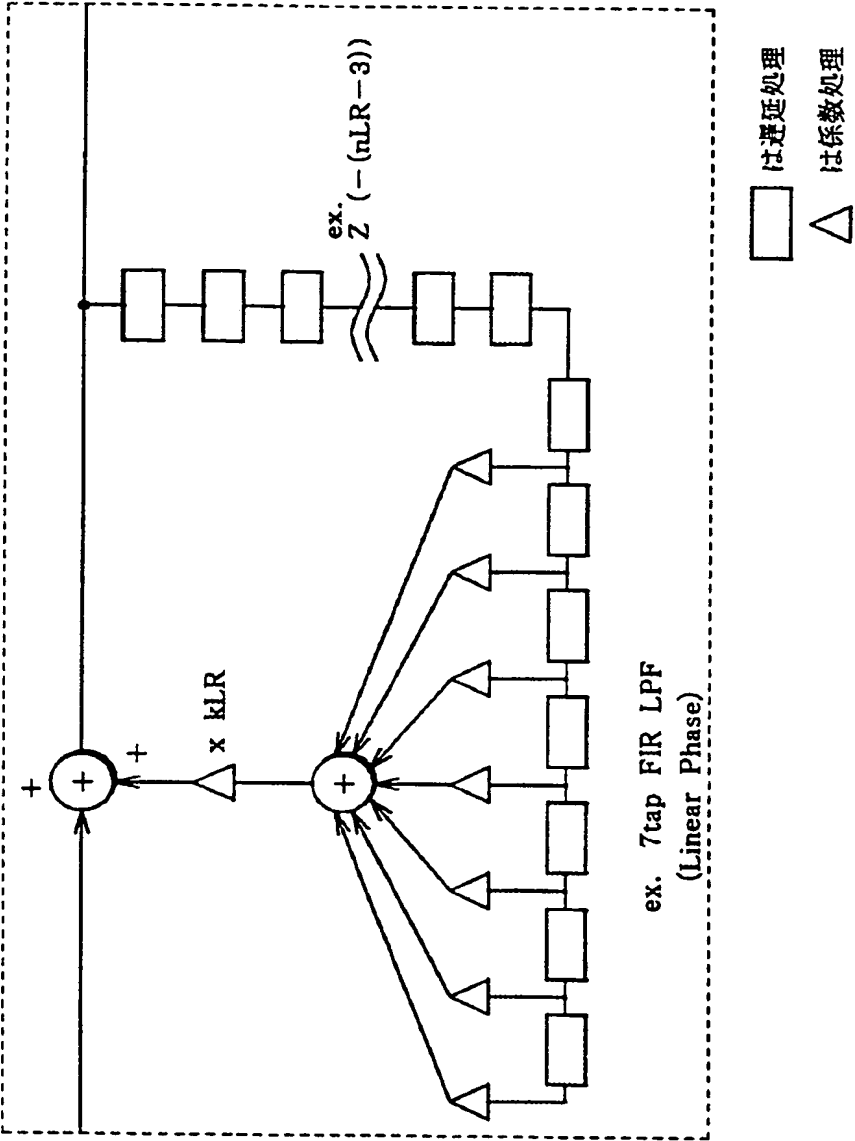
113a



112a

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.24

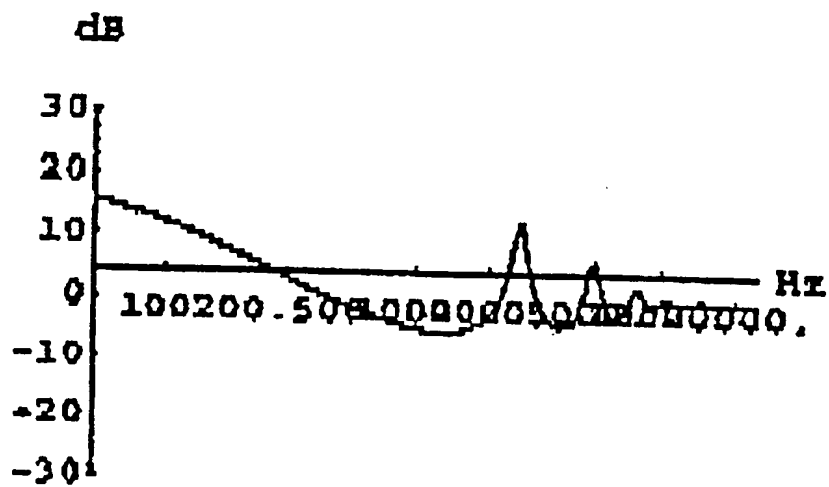


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.25A



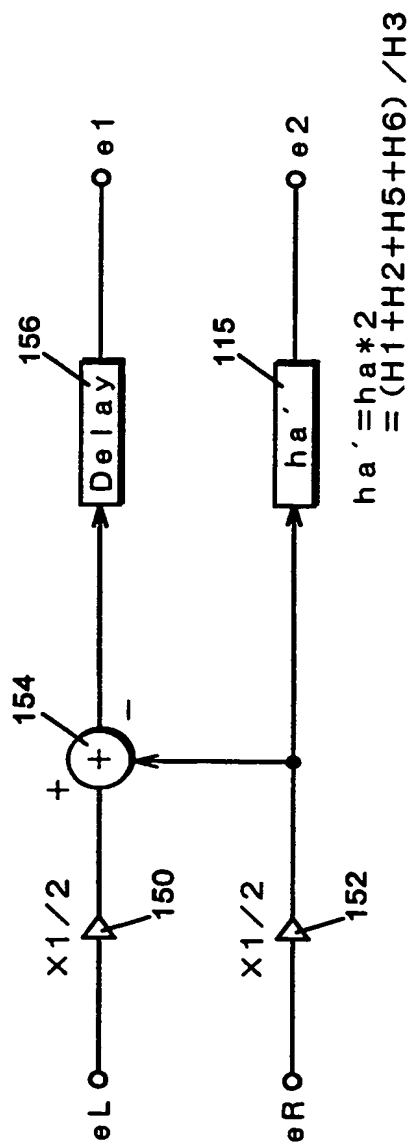
FIG.25B



**THIS PAGE BLANK (USE)**

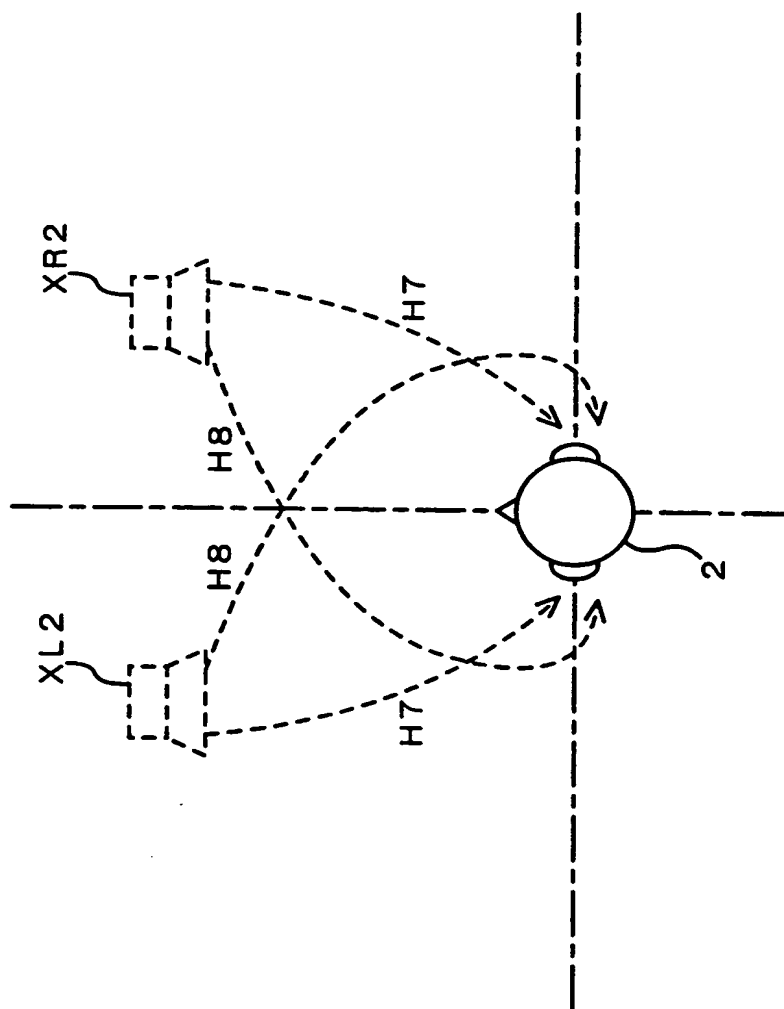


FIG.26



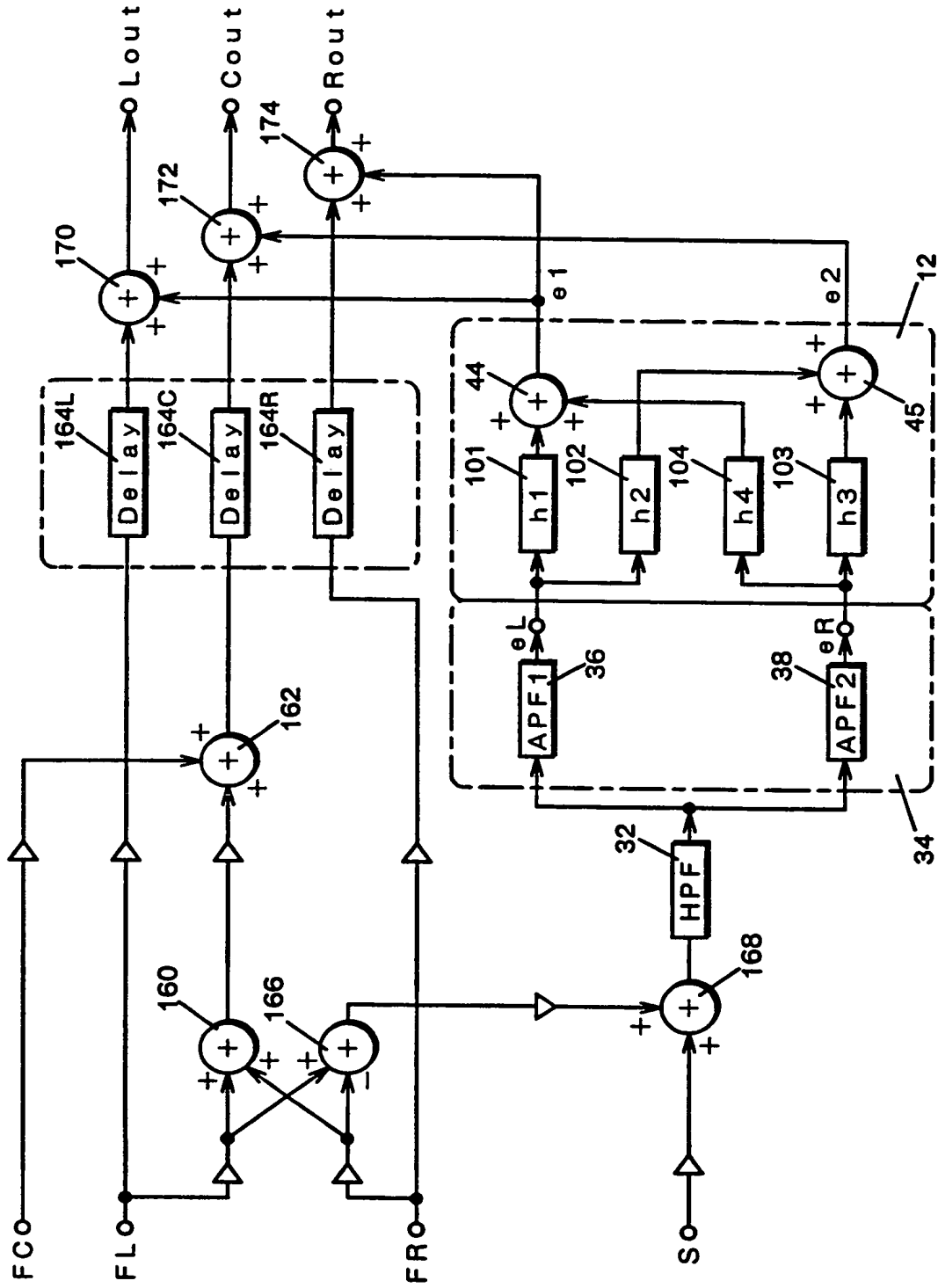
THIS PAGE BLANK

FIG.27



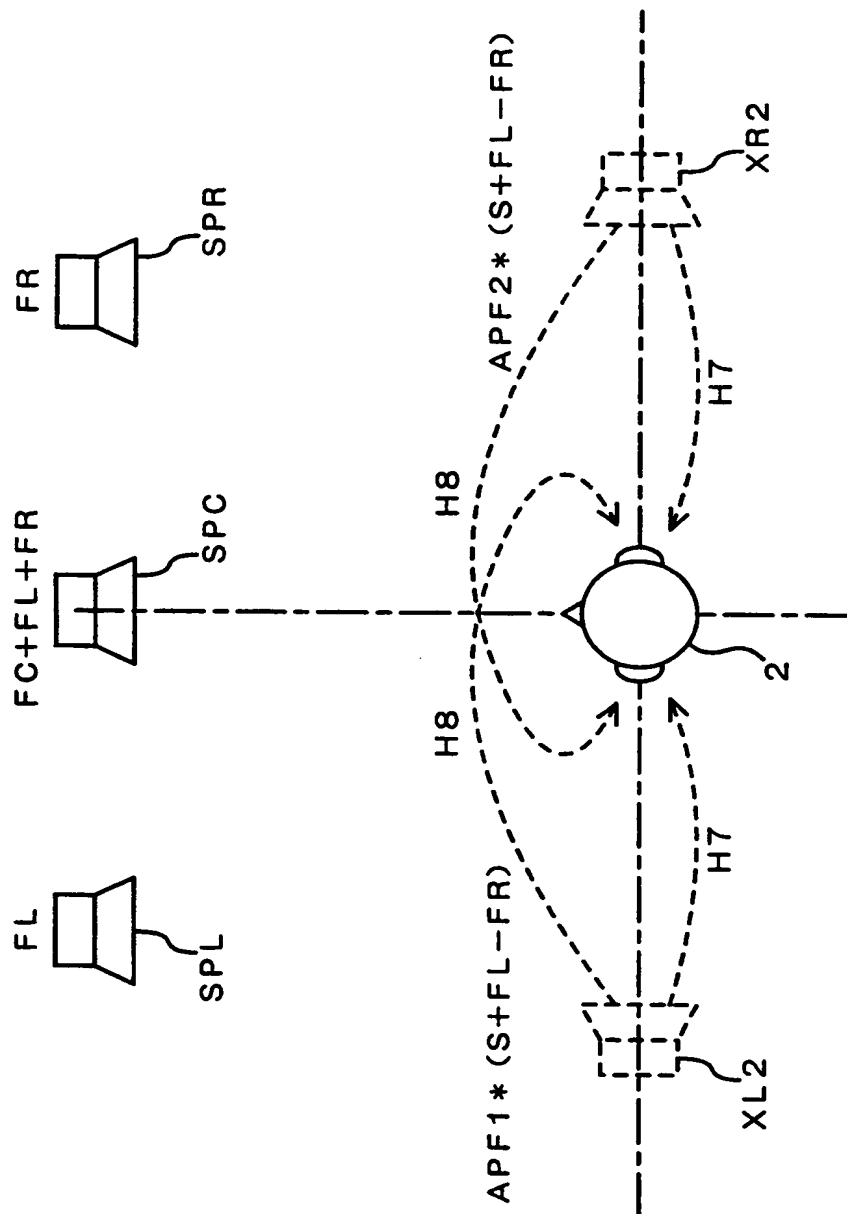
THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG.28



**THIS PAGE BLANK (00000)**

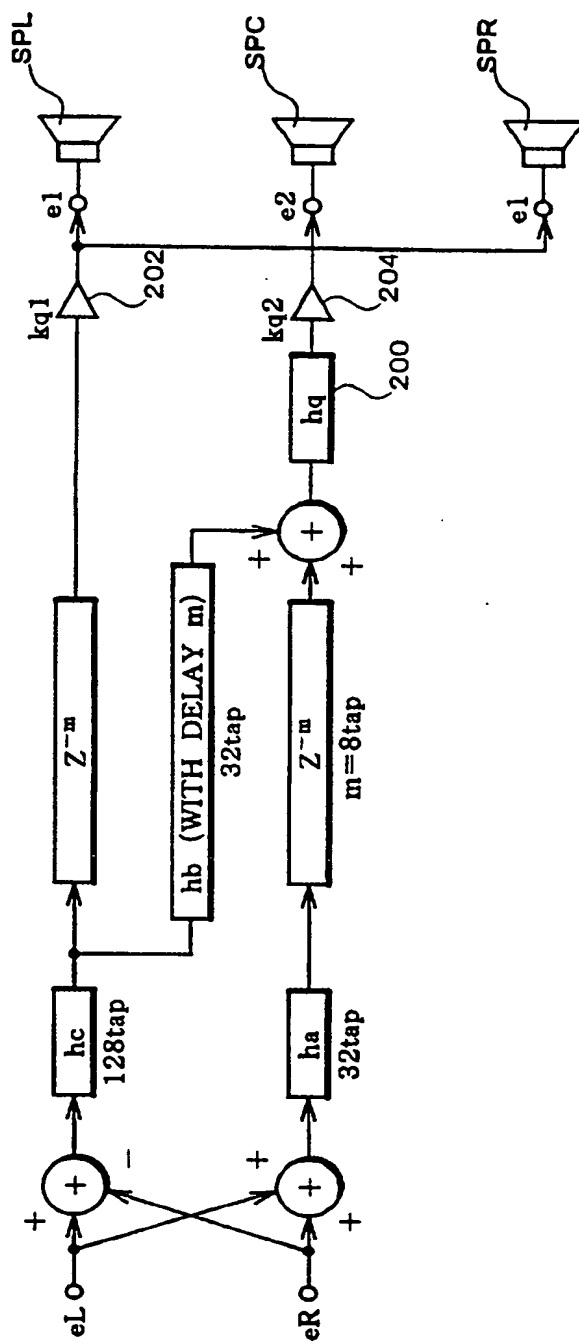
FIG.29



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

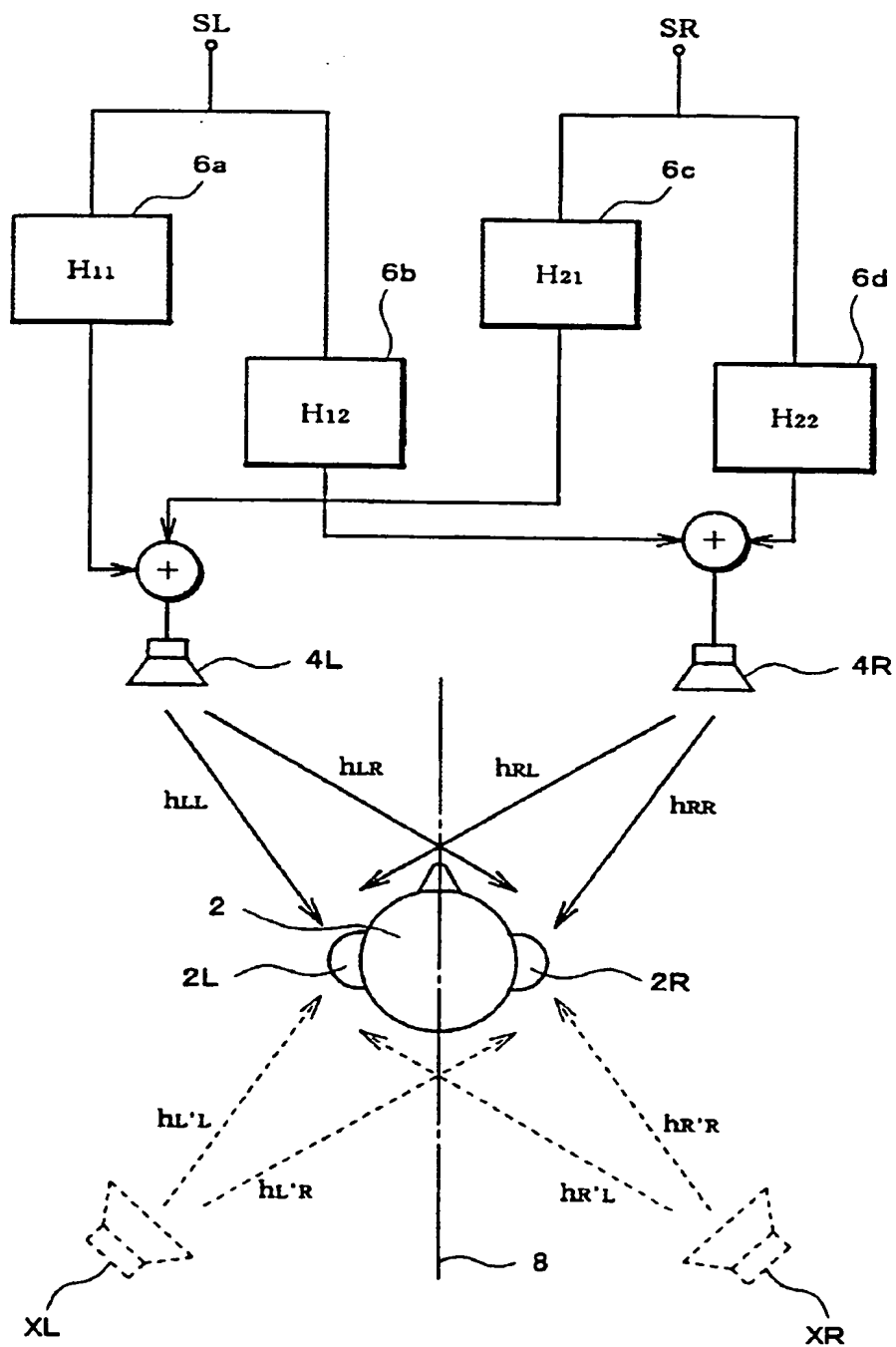


FIG.30



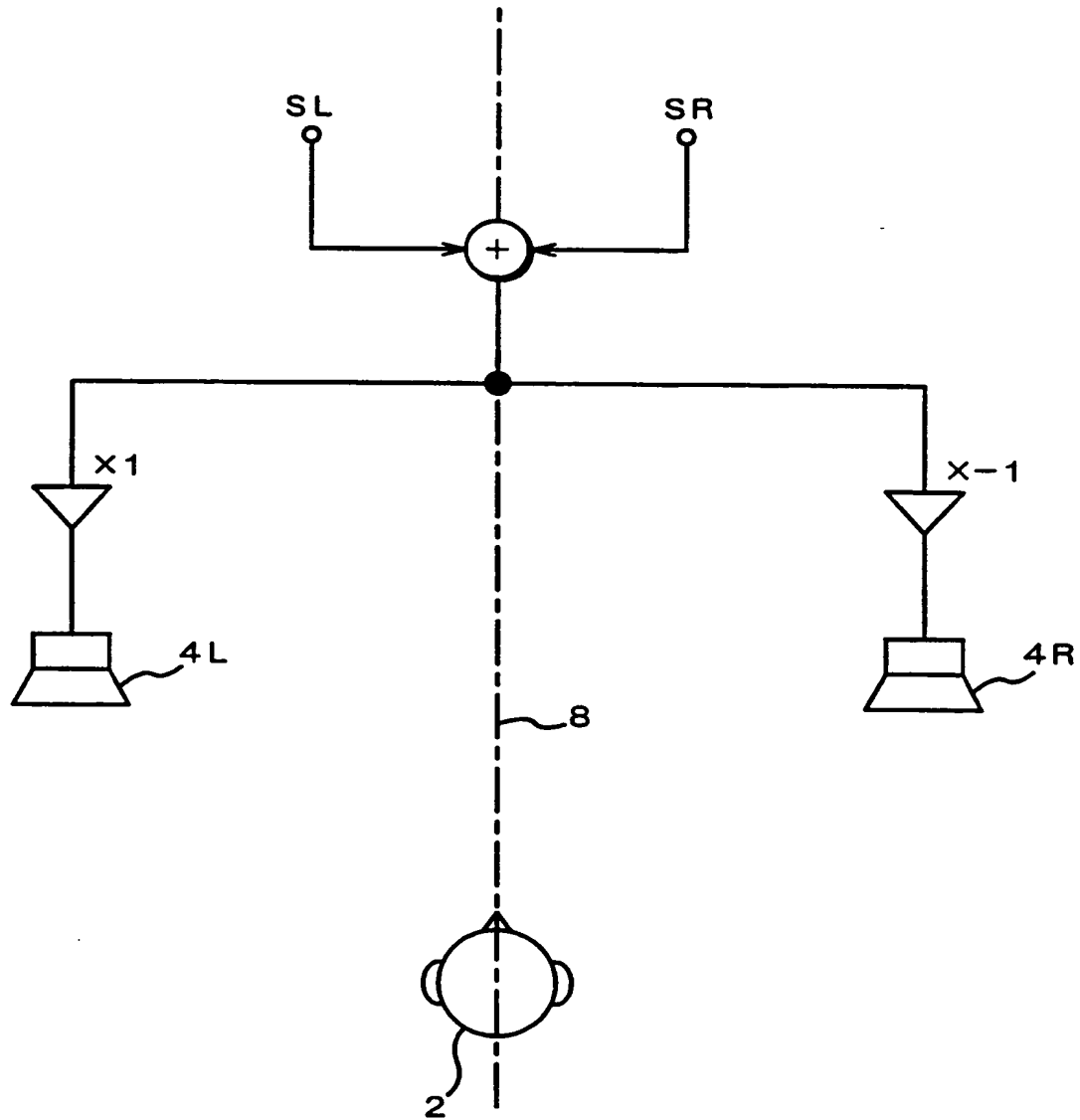
THIS PAGE BLANK (30/10/16)

FIG.31



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.32



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/05694

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> H04S5/00, H04S5/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl.<sup>7</sup> H04S1/00-H04S7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, A, 6-165298 (NISSAN MOTOR CO., LTD.), 10 June, 1994 (10.06.94), page 12, right column, line 43 to page 13, left column, line 22; Fig. 8	1-14
A	page 12, right column, line 43 to page 13, left column, line 22; Fig. 8 (Family: none)	15-24
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No.125131/1990 (Laid-open No.128400/1991) (NEC Home Electronics Ltd.), 24 December, 1991 (24.12.91), page 20, line 17 to page 30, line 9; Figs. 7, 8, 9 (Family: none)	1,2,4,5,11
A	JP, A, 8-265899 (Victor Company of Japan, Limited), 11 October, 1996 (11.10.96), page 3, right column, lines 9 to 19; page 5, right column, line 48 to page 6, left column, line 4; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-24

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
20 December, 1999 (20.12.99)

Date of mailing of the international search report  
28 December, 1999 (28.12.99)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/05694

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, A, 9-327099 (Sony Corporation), 16 December, 1997 (16.12.97), page 7, right column, line 28 to page 10, left column, line 30; Figs. 3 to 7 (Family: none)	1-24
A	JP, A, 8-182097 (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 12 July, 1996 (12.07.96), Full text; Figs. 1 to 28 (Family: none)	20



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> H04S5/00、H04S5/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> H04S1/00-H04S7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-1999年  
日本国登録実用新案公報 1994-1999年  
日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	J P, A, 6-165298 (日産自動車株式会社), 10. 6月. 1994 (10. 06. 94) 第12頁右欄第43行目~第13頁左欄第22行目, 第8図 第12頁右欄第43行目~第13頁左欄第22行目, 第8図 (ファミリーなし)	1-14 15-24
Y	日本国実用新案登録出願2-125131号 (日本国実用新案登録出願公開3-128400号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (日本電気ホームエレクトロニクス株式会社), 24. 12月. 1991 (24. 12. 91) 第20頁第17行目~第30頁第9行目, 第7, 8, 9図 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5, 11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20. 12. 99

国際調査報告の発送日

28.12.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大野 弘

印

5C

9175

電話番号 03-3581-1101 内線 6962

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, A, 8-265899 (日本ビクター株式会社), 11. 10月. 1996 (11. 10. 96), 第3頁右欄第9行目～第19行目, 第5頁右欄第48行目～第6頁左欄第4行目, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-24
A	JP, A, 9-327099 (ソニー株式会社), 16. 12月. 1997 (16. 12. 97), 第7頁右欄第28行目～第10頁左欄第30行目, 第3-7図 (ファミリーなし)	1-24
A	JP, A, 8-182097 (松下電器産業株式会社), 12. 7月. 1996 (12. 07. 96), 全文, 第1-28図 (ファミリーなし)	20

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**